José Ozildo dos Santos
Pedro Fernando Donça
Romildo Ferreira da Silva Neto
Sindia Mara Pereira da Silva Rodrigues
[Organizadores]

Tópicos especiais de sustentabilidade ambiental

Gease~2026

José Ozildo dos Santos
Pedro Fernando Donça
Romildo Ferreira da Silva Neto
Sindia Mara Pereira da Silva Rodrigues
[Organizadores]

Tópicos especiais de sustentabilidade ambiental

Gease~2026

CONSELHO EDITORIAL

Patrício Borges Maracajá - UFCG
Tatiana Cristina Vasconcelos - UEPB
Ennio Artur Aires Porto Ferreira - UNIFIP
Aline Carla de Medeiros - UFCG
José Ozildo dos Santos - UFCG
Aline Carla de Medeiros - UFCG
José Givaldo de Sousa - UNIP/UNIFIP
Danielly Carneiro de Azevedo - UFCG
Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira - UFCG
Jakson Luís Galdino Dourado - UNIFIP
Alecksandra Vieira de Lacerda - UFCG
Silvia Regina Gobbo Rodrigues - UnB
Juliana Roriz Aarestrup - IFMT
Marisa Artmann – IFMT
Ênnyo José Barros de Araújo - FRCG
Samara Campos de Assis - UNIFIP
Rosângela Vieira Freire – IFCE
Eriana Serpa Barreto - UFMT

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados de Acordo com AACR2, CDU e CUTTER

Santos, José Ozildo dos (Org.). **Tópicos especiais de sustentabilidade ambiental**/José Ozildo dos Santos; Pedro Fernando Donça; Romildo Ferreira da Silva Neto; Sindia Mara Pereira da Silva Rodrigues. Campina Grande-PB: GEASE, 2026**.**

128 p.
ISBN: 978-65-02-08219-5
Livro digital

1. Sustentabilidade ambiental. 2. Meio ambiente - Conservação. 3. Desenvolvimento Sustentável. 4. Educação Ambiental. I. Título. II. Autores.

CDU: 502.131.1

Sustentabilidade é igualdade ao longo do tempo.

Robert Gilman, astrofísico e
escritor norte-americano

Tópicos especiais de sustentabilidade ambiental

Sumário

Apresentação..... **13**

Capítulo 1
Uma abordagem sobre os sistemas alternativos de base ecológica..... **17**
José Ozildo dos Santos
Bruna Silva Gonzaga
Anderson Lopes Marculino
Douglas da Silva Cunha
Pedro Fernando Donça
Jeferson Silva de Andrade
Wilma Isabel Samuel
Bruno Martins Barbosa
Girlene Cordeiro de Lima Santos
Andréa Marques de Maria
Salviano Lourenço de Sousa Filho
Maria Pricila Miranda dos Santos
Bruno de Araújo Azevedo

Capítulo 2
Promovendo a sustentabilidade ambiental através da reciclagem..... **39**
José Ozildo dos Santos
Douglas da Silva Cunha
Romildo Ferreira da Silva Neto

Ana Lívia Rodrigues de Oliveira
Sindia Mara Pereira da Silva Rodrigues
Bruno de Araújo Azevedo
Wanderlan Waldez de Sousa Figueredo
Lindarleyde Maria Pires Lira de Vasconcelos
Tadeu Lourenço de Almeida
Abdalan Andrade do Nascimento
Luciano Nóbrega Azevedo
Gilliard Cruz Targino
Raimundo Gonçalves da Costa Neto

Capítulo 3
A importância ecológica da compostagem.... **61**
Maria Pricila Miranda dos Santos
José Ozildo dos Santos
Romildo Ferreira da Silva Neto
Jonas Menezes dos Santos
Douglas da Silva Cunha
Jeferson Silva de Andrade
Daniel Sousa Rocha
Girlene Cordeiro de Lima Santos
Salviano Lourenço de Sousa Filho
Jefferson Carneiro de Barros
Pedro Fernando Donça
Wilma Isabel Samuel

Capítulo 4
A recuperação das áreas degradadas: Importância e desafios..... 83
José Ozildo dos Santos
Douglas da Silva Cunha

Wanderlan Waldez de Sousa Figueredo
Sindia Mara Pereira da Silva Rodrigues
Laplace Guedes Alcoforado de Carvalho
Jonas Menezes dos Santos
Tadeu Lourenço de Almeida
Lindarleyde Maria Pires Lira de Vasconcelos
Daniel Sousa Rocha
Gilliard Cruz Targino
Andréa Marques de Maria

Capítulo 5
A importância da utilização das energias limpas no contexto organizacional..... 105
José Ozildo dos Santos
Bruna Silva Gonzaga
Ana Lívia Rodrigues de Oliveira
Douglas da Silva Cunha
Jeferson Silva de Andrade
Laplace Guedes Alcoforado de Carvalho
Pedro Fernando Donça
Wilma Isabel Samuel
Abdalan Andrade do Nascimento
Luciano Nóbrega Azevedo
Jefferson Carneiro de Barros
Maria Pricila Miranda dos Santos

Apresentação

José Ozildo dos Santos[1]

Nas últimas décadas, as questões ambientais passaram a ocupar posição central nos debates científicos, sociais e econômicos, sobretudo em razão dos impactos provocados pela exploração excessiva dos recursos naturais e pelos atuais padrões de produção e consumo.

Problemas como poluição, degradação do solo, desmatamento, mudanças climáticas e aumento da geração de resíduos sólidos evidenciam a necessidade de adoção de práticas sustentáveis capazes de conciliar desenvolvimento econômico, preservação ambiental e qualidade de vida. Nesse contexto, a sustentabilidade ambiental surge como um princípio essencial para garantir o equilíbrio entre as necessidades humanas e a conservação dos ecossistemas.

Diante dessa realidade, diferentes estratégias sustentáveis vêm sendo desenvolvidas e difundidas com o objetivo de reduzir os impactos ambientais e promover o uso racional dos recursos naturais.

---

[1] Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (Doutorado), ofertado pela Universidade Federal de Campina Grande.

Entre essas alternativas, destacam-se os sistemas agroecológicos de produção, a reciclagem e a compostagem, práticas que contribuem significativamente para a preservação ambiental, redução de resíduos, valorização da biodiversidade e para a promoção de uma agricultura mais saudável e sustentável.

É importante compreender que a sustentabilidade ambiental não representa apenas um desafio contemporâneo, mas uma necessidade essencial para garantir equilíbrio ecológico, justiça social e melhores condições de vida para às presentes e futuras gerações.

O presente trabalho aborda temas relacionados aos tópicos especiais de sustentabilidade ambiental, enfatizando a importância das práticas agroecológicas, da reciclagem e da compostagem como instrumentos capazes de promover equilíbrio ecológico, desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida. Além disso, busca-se estimular a reflexão crítica acerca da responsabilidade coletiva na construção de uma sociedade mais consciente, comprometida com a preservação ambiental e com as necessidades das futuras gerações.

Ao longo deste livro, evidencia-se que práticas sustentáveis não apenas contribuem para a conservação ambiental, mas também favorecem a melhoria da qualidade de vida, a segurança alimentar, a geração de renda e o fortalecimento da consciência ecológica.

Além de apresentar fundamentos teóricos, este livro busca estimular a reflexão crítica sobre os impactos causados

pelos atuais padrões de produção e consumo, ressaltando a importância da adoção de práticas responsáveis e da construção de uma cultura voltada ao desenvolvimento sustentável.

Em um contexto marcado pelo crescimento do consumo, pela intensificação da degradação ambiental e pela necessidade urgente de preservação dos recursos naturais, torna-se indispensável ampliar o debate acerca de modelos sustentáveis de desenvolvimento. Ciente disto, deixo o convite para a leitura do presente livro.

Capítulo 1

Uma abordagem sobre os sistemas alternativos de base ecológica

José Ozildo dos Santos
Bruna Silva Gonzaga
Anderson Lopes Marculino
Douglas da Silva Cunha
Pedro Fernando Donça
Jeferson Silva de Andrade
Wilma Isabel Samuel
Bruno Martins Barbosa
Girlene Cordeiro de Lima Santos
Andréa Marques de Maria
Salviano Lourenço de Sousa Filho
Maria Pricila Miranda dos Santos
Bruno de Araújo Azevedo

Sistemas alternativos de produção de base agroecológica: conceito e importância

Nos últimos anos, vem se observando uma grande transformação no cenário agrícola, marcada pela perda gradual de espaço da agricultura convencional para os

sistemas alternativos de produção fundamentados na agroecologia. Esse movimento está diretamente relacionado ao aumento da consciência ambiental e social da população, que passou a valorizar práticas produtivas mais sustentáveis e comprometidas com a preservação dos recursos naturais.

Nesse contexto, os consumidores demonstram crescente interesse por alimentos produzidos de forma mais saudável, livres de agrotóxicos e de insumos químicos sintéticos, associando esses produtos à qualidade de vida e à segurança alimentar (SANTOS et al., 2013).

Além da preocupação com a saúde, essa mudança de comportamento também reflete uma visão mais ampla sobre os impactos da produção agrícola no meio ambiente e nas comunidades rurais. No atual cenário, por priorizar a biodiversidade, o equilíbrio ecológico e o uso racional dos recursos naturais, a Agroecologia se apresenta como alternativa viável para enfrentar os problemas gerados pelo modelo convencional de agricultura, como a degradação do solo, a contaminação da água e a dependência de insumos externos.

Diante disto, a preferência crescente por produtos agroecológicos contribui para estimular os processos de transição produtiva, fortalecendo uma agricultura mais sustentável, justa e alinhada às demandas contemporâneas da sociedade (SANTOS et al., 2013).

Os sistemas agroecológicos caracterizam-se pela diversidade de alternativas produtivas e pela multiplicidade de resultados positivos que oferecem à agricultura sustentável.

Diferentemente do modelo convencional, geralmente baseado em práticas padronizadas e em uma lógica linear de exploração intensiva dos recursos naturais, a agroecologia adota estratégias variadas que consideram as especificidades de cada ambiente, cultura e realidade social. Entre essas alternativas podem ser citadas a rotação de culturas, o consórcio agrícola, a adubação orgânica, o controle biológico de pragas, o uso racional da água e a valorização dos conhecimentos tradicionais, práticas que contribuem para maior equilíbrio ecológico e eficiência produtiva (FUNDAÇÃO AMAZÔNIA SUSTENTÁVEL, 2021).

De acordo com Batista e Stoeffel (2021, p. 11), a construção de sistemas de produção de base agroecológica envolve uma série de procedimentos, dentre os quais:

i. Construir sistemas que sejam adequados às situações locais e que beneficiem os microambientes.

ii. Diminuir a dependência de insumos químicos;

iii. Empregar recursos renováveis de origem local;

iv. Incluir espécies que geram diversidade funcional na produção;

v. Ressaltar a importância da reciclagem de nutrientes;

Ao se analisar os procedimentos acima enumerados, percebe-se que os sistemas alternativos de produção de base agroecológica contemplam as múltiplas dimensões da sustentabilidade, ou seja, privilegiam as variáveis ecológicas, sociais, econômicas, culturais, políticas e éticas.

A transformação da agricultura convencional em um sistema agroecológico exige, portanto, uma mudança de visão. Trata-se de substituir uma perspectiva fragmentada por uma compreensão abrangente e sistêmica, em que solo, água, plantas, animais e seres humanos são elementos interdependentes. Nesse contexto, as relações entre o homem e a natureza precisam ser harmônicas e dinâmicas, pautadas no respeito aos ciclos naturais e no uso responsável dos recursos ambientais. Assim, a agroecologia não representa apenas um conjunto de técnicas, mas uma nova forma de pensar e organizar a produção agrícola, promovendo sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Um estudo realizado por Corbari; Miranda e Zonin (2019, p. 19), destaca que "os sistemas de produção denominados '*alternativos*' apresentam variadas definições e correntes inspiradoras". E, que dentro da gama de modos de agricultura alternativa existente, "a agroecologia atua como a ciência que estuda as interações ecológicas e produtivas, e a agricultura orgânica é a definição que foi '*abraçada*' pelo mercado, tanto por produtores quanto consumidores, para classificar os produtos que seguem normas específicas de produção com bases agroecológicas".

Na atualidade, a agroecologia vem assumindo um papel central como campo científico responsável por estudar as relações ecológicas presentes nos sistemas agrícolas e por orientar práticas produtivas sustentáveis. Mais do que um conjunto de técnicas, ela oferece bases teóricas para

compreender a agricultura de maneira integrada, considerando fatores ambientais, sociais e econômicos.

Dissertando sobre a importância dos sistemas alternativos de base agroecológica, Santos et al. (2013, p. 2) afirmam que:

> Os sistemas alternativos de produção de base agroecológica surgiram em resposta às grandes transformações que ocorrem no mundo a partir da década de 1920. Tais sistemas surgiram em locais distintos, simultâneos e independentes entre si. No entanto, todos possuem um ponto em comum: privilegiam uma agricultura que respeita o meio ambiente.

Com base no exposto, constata-se que foi a preocupação com o meio ambiente que levou ao desenvolvimento dos chamados sistemas alternativos de produção de base agroecológica em diferentes partes do mundo. E, nos últimos cem anos, vem se ampliando a utilização destes sistemas, trazendo significativos benefícios ao meio ambiente e também à saúde humana, visto que, com tal utilização, o ser humano passa a ter acesso a alimentos saudáveis e água de qualidade, de desfrutar de vários ganhos ambientais, principalmente, de um ar menos poluído.

Os sistemas produtivos de base ecológica têm se consolidado como uma alternativa tecnológica e economicamente viável para os agricultores, sobretudo por buscarem reduzir ou eliminar os impactos ambientais decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Em razão disso, a organização e divulgação de experiências bem-sucedidas em agricultura sustentável têm contribuído significativamente para fortalecer os processos de transição agroecológica no país. Esses movimentos, que se apresentam como alternativas ao modelo produtivo predominante, caracterizam-se pela adoção de tecnologias ajustadas às condições edafoclimáticas locais, pela ausência de pesticidas e fertilizantes sintéticos e pela manutenção de um equilíbrio dinâmico entre diferentes espécies, procurando reproduzir, tanto quanto possível, o funcionamento dos ecossistemas naturais (LOPES, 2014).

Os benefícios proporcionados pela transição da agricultura convencional para a agricultura de base agroecológica

A agricultura convencional, baseada no uso intensivo de agroquímicos, maquinário pesado, sementes transgênicas e na simplificação dos ecossistemas produtivos, tem revelado sinais crescentes de insustentabilidade. Entre os principais fatores estão os elevados custos de produção, a forte dependência de insumos externos à propriedade, o aumento da resistência de pragas aos pesticidas, a redução da fertilidade dos solos e a escassez de biodiversidade funcional nos agroecossistemas.

A diminuição de polinizadores e inimigos naturais, por exemplo, compromete processos essenciais como a fecundação das culturas e o controle biológico de pragas. Diante desse cenário, pesquisas e iniciativas voltadas ao

fortalecimento de modelos alternativos de agricultura e à valorização da agricultura familiar tornam-se fundamentais para impulsionar um desenvolvimento rural mais equilibrado e sustentável (LOPES et al., 2017).

É importante destacar que a passagem da agricultura convencional para um modelo de base agroecológica gera diversos benefícios, envolvendo dimensões ambientais, econômicas, sociais e relacionadas à saúde. Essa transformação, frequentemente denominada transição ou conversão, ultrapassa a simples adoção de novas técnicas, representando uma reorganização do agroecossistema para que funcione de maneira mais integrada, cíclica e com menor dependência de insumos externos.

Por outro lado, quando se utiliza de sistemas alternativos de base agroecológica, os alimentos produzidos apresentam um maior valor agregado no mercado, fato que demonstra a importância dada a tais sistemas (AZEVEDO, 2012).

Abordados os benefícios proporcionados pela transição da agricultura convencional para a agricultura de base agroecológica, Araújo et al. (2010, p. 9) destacam que:

> Quando uma propriedade agrícola muda o sistema de produção convencional para o sistema agroecológico, pesquisas realizadas indicam que pode haver uma pequena diminuição da produtividade nos primeiros anos após a transformação de sistema, porém, a longo prazo, as produções tendem a tornar-se iguais e alguns custos de produção no modelo agroecológico

> são mais baixos, sobretudo pela não utilização de agroquímicos ou fertilizantes muito caros, além disso, por serem orgânicos, os produtos costumam ter maior valor agregado, devido a sua reconhecida qualidade, com repercussão direta na saúde e no meio ambiente.

Pelo demonstrado, a transição de uma propriedade agrícola do modelo convencional para o sistema agroecológico pode apresentar desafios iniciais, entre eles uma possível redução temporária da produtividade nos primeiros anos de adaptação.

Isso ocorre porque o solo, os cultivos e todo o agroecossistema necessitam de um período de reorganização até recuperar seu equilíbrio biológico e funcional. Entretanto, ao longo do tempo, a produtividade tende a se estabilizar e, em muitos casos, alcançar níveis semelhantes aos obtidos no sistema convencional. No entanto, com maior sustentabilidade e menor dependência de insumos externos.

Outro aspecto relevante dessa mudança está relacionado aos custos de produção, que podem ser reduzidos no modelo agroecológico em razão da menor utilização de agroquímicos e fertilizantes sintéticos, geralmente onerosos ao produtor. Além disso, os produtos agroecológicos e orgânicos costumam alcançar maior valorização no mercado, pois são associados à qualidade, à segurança alimentar e à responsabilidade ambiental.

Dessa forma, a transição agroecológica representa não apenas uma alternativa econômica viável no longo prazo, mas também uma estratégia capaz de gerar benefícios diretos à

saúde humana, à conservação ambiental e à autonomia do agricultor.

Tipos de sistemas alternativos de produção de base agroecológica

A existência de diferentes sistemas produtivos fundamentados na agroecologia amplia as possibilidades de escolha para os agricultores, permitindo a adoção de práticas compatíveis com as particularidades de cada propriedade rural. Essa decisão, porém, exige informação e planejamento, uma vez que cada modelo apresenta métodos próprios de manejo, níveis distintos de exigência técnica e formas específicas de organização da produção (SANTOS et al., 2013).

Atualmente, os sistemas alternativos de base agroecológica são compreendidos como propostas que não se limitam à produção sem agrotóxicos, mas envolvem também o cuidado com os recursos naturais, o fortalecimento da autonomia do produtor e a busca por equilíbrio entre produtividade, justiça social e sustentabilidade.

Ainda de acordo com Santos et al. (2013), embora cada sistema apresente características próprias, todos observam os princípios estabelecidos para o desenvolvimento sustentável. E existem os seguintes sistemas alternativos de produção agroecológica:

i. Agricultura biodinâmica,
ii. Agricultura biológica,
iii. Agricultura natural,

iv. Agricultura orgânica

v. Permacultura.

No Quadro 1, apresenta-se as várias características dos principais sistemas alternativos de base agroecológica.

Quadro 1 - Características dos principais sistemas alternativos de produção de base agroecológica

Sistema Alternativo	**Características/particularidades**
Agricultura Biodinâmica	Possui ligação direta entre a natureza e as forças cósmicas, tratando a unidade produtiva como um organismo único em harmonia com o seu habitat, utilizando-se dos preparados biodinâmicos, elaborados com plantas medicinais, esterco e silício.
Agricultura Biológica	Trabalha o processo de compostagem na superfície do solo.
Agricultura Natural	Método no qual o sistema de produção toma a natureza como modelo.
Agricultura Orgânica	Baseia-se na rotação de culturas, manejo e fertilização do solo, além do manejo da matéria orgânica como geração de boa fertilidade e estruturação do solo.
Permacultura	Associa práticas antigas com as modernas, na busca de construir um modelo de produção ecológico.

Fonte: Santos et al. (2013, p. 3).

As informações apresentadas no Quadro 1 evidenciam a diversidade existente entre os principais sistemas alternativos de produção de base agroecológica, demonstrando que, embora todos compartilhem o compromisso com a sustentabilidade, cada modelo possui fundamentos e práticas específicas. A agricultura biodinâmica, por exemplo, destaca-se por compreender a propriedade como um organismo vivo integrado às forças naturais e cósmicas, utilizando preparados naturais para fortalecer o solo e as plantas. Já a agricultura biológica valoriza intensamente a compostagem e o aproveitamento da matéria orgânica, reforçando a fertilidade do solo por meio de processos naturais.

A agricultura natural, por sua vez, busca observar e reproduzir os mecanismos da própria natureza, reduzindo interferências artificiais no sistema produtivo, enquanto a agricultura orgânica enfatiza técnicas como rotação de culturas, manejo adequado do solo e uso de resíduos orgânicos, promovendo equilíbrio ecológico e produtividade sustentável. Quanto à permacultura, esta apresenta uma proposta mais ampla, integrando conhecimentos tradicionais e modernos para estruturar sistemas produtivos eficientes, permanentes e ambientalmente responsáveis.

Por fim, constata-se que a Agroecologia não se restringe a um único método, mas reúne diferentes caminhos capazes de contribuir para uma agricultura mais saudável, resiliente e alinhada às necessidades contemporâneas.

Tratando da agricultura biodinâmica, Leite e Polli (2020) informam que o termo biodinâmico resulta da união de

duas ideias centrais: biológico e dinâmico. E que o componente biológico refere-se a uma agricultura integrada aos processos naturais, que estimula os ciclos vitais por meio de práticas como adubação verde, consórcios e rotação de culturas. Já o aspecto dinâmico relaciona-se ao conhecimento e à aplicação, pelo agricultor, dos ritmos de formação e desenvolvimento presentes na natureza. Na prática, a agricultura biodinâmica se expressa no uso de preparados homeopáticos elaborados com minerais, esterco bovino e plantas medicinais, com o objetivo de fortalecer a vitalidade dos alimentos, preservar a harmonia com os ciclos naturais e favorecer a organização equilibrada da paisagem agrícola.

Ainda em relação à Agricultura Biodinâmica, Soares et al. (2021) ressaltam que esse tipo de sistema alternativo de produção defende uma perspectiva ampla e integrada, contemplando dimensões sociais, ecológicas, culturais, técnicas e econômicas. E, que seu propósito é promover a renovação das práticas agrícolas, de modo que a propriedade rural funcione em equilíbrio, sem recorrer ao uso de agrotóxicos, fertilizantes sintéticos ou maquinário pesado.

Leite e Polli (2020) acrescentam ainda que a biodinâmica favorece a formação de um ecossistema autônomo, menos dependente de recursos externos e baseado no aproveitamento harmonioso dos processos naturais. Além de incorporar os fundamentos da agricultura orgânica, ela valoriza a 'saúde' de todos os elementos que compõem o sistema produtivo, incluindo o solo, as plantas, os animais e o próprio ser humano.

Quanto à Agricultura Biológica, trata-se de um conceito fundamentado na busca pela harmonia e pelo equilíbrio entre os componentes do sistema produtivo, como solo, plantas, animais e ser humano, considerando também a influência dos ciclos solares e lunares. Ela defende que todas as formas de matéria e energia presentes no ecossistema estão interligadas, razão pela qual os elementos biológicos gerados na propriedade devem ser reintegrados ao sistema, como partes de um organismo único e indivisível. E valoriza a autonomia dos produtores e incentiva formas diretas de comercialização (SOARES et al., 2021).

Informam Leite e Polli (2020, p. 420) que "a agricultura biológica surgiu na França, obtendo-se produtos pelo uso da rotação de culturas, adubos verdes, estercos, restos de culturas, palhas e outros resíduos vegetais e animais, realizando o controle natural de pragas e doenças".

De forma complementar, Moreira (2013) afirma que Agricultura Biológica constitui um sistema de produção agrícola que dispensa o uso de produtos químicos sintéticos, como fertilizantes e pesticidas, bem como de organismos geneticamente modificados (OGM), priorizando a preservação ambiental e a manutenção da biodiversidade. E, que sua implementação é orientada por normas específicas de manejo e certificação, exigindo que as propriedades interessadas em produzir alimentos biológicos passem por um período de transição. Em geral, esse processo corresponde a cerca de dois anos antes da semeadura de culturas anuais e de três anos antes da colheita de frutas e demais culturas perenes,

garantindo que a área esteja adequada aos princípios desse modelo produtivo.

Por sua vez, informa Gonçalves (2016) que a Agricultura Natural parte do princípio de que existe uma dimensão vital e espiritual presente nos animais, nas plantas e em todos os seres vivos, incluindo o solo, considerado um dos maiores organismos vivos do planeta. Nessa perspectiva, os alimentos produzidos conforme seus fundamentos não apenas contribuem para a saúde física, mas também carregam energia vital resultante do cuidado, da dedicação e do respeito do agricultor ao processo produtivo.

A Agricultura Natural materializa soluções que proporcionam uma produção agroalimentar inovadora com bases agroecológicas, possibilitando uma melhor distribuição do valor agregado nas cadeias agroalimentares. E isto, provavelmente, constitui uma das razões de seu sucesso (BLAC; MARQUES, 2022).

Enquanto modelo alternativo de produção de base agroecológica, a Agricultura Natural "surgiu no Japão em 1935, tendo como base a existência de espírito e sentimento em todos os seres vivos, seja ele vegetal ou animal" (LEITE; POLLI, 2020, p. 420). E, como método agrícola, ela busca a produção de alimentos de alta qualidade, livres de resíduos contaminantes e orientados pela harmonia entre ser humano e natureza.

Assim sendo, a agricultura natural também contribui para ampliar o entendimento da multifuncionalidade da

agricultura, reconhecendo seus papéis sociais, ambientais, culturais e econômicos (SOARES et al., 2021).

Em relação à Agricultura Orgânica, esclarecem ainda Santos et al. (2013, p. 6) que, entre todos os tipos de sistemas alternativos existentes, ela representa "a forma de cultivo que se preocupa com a manutenção da qualidade do meio ambiente e dos alimentos, apresentando-se como uma forma de tentar equilibrar os exageros da agricultura convencional". E, "que por esta e outras razões, tem sido o tipo de sistema alternativo de produção mais difundido no mundo, servindo, inclusive, como sinônimo para designar os demais sistemas".

A agricultura orgânica fundamenta-se em processos que associam a fertilidade do solo à presença de matéria orgânica. Nesse sistema, microrganismos atuam na decomposição de compostos biodegradáveis, liberando minerais e elementos químicos indispensáveis ao crescimento das plantas. Além disso, esses processos contribuem para minimizar desequilíbrios ambientais provocados pela ação humana, favorecendo o desenvolvimento de culturas mais vigorosas e naturalmente mais resistentes a pragas e doenças (SANTOS et al., 2013).

O enfoque holístico da Agricultura Orgânica considera a propriedade rural como um sistema integrado, valorizando a agrobiodiversidade, a saúde do solo e os ciclos biológicos naturais. Por essas características, a produção orgânica é frequentemente apontada como uma estratégia promissora para ampliar a segurança alimentar, reduzir impactos ambientais, contribuir no enfrentamento das

mudanças climáticas e fortalecer a soberania alimentar das populações (CORBARI; MIRANDA; ZONIN, 2019).

A agricultura orgânica foi concebida por Albert Howard entre os anos de 1925 e 1930, na Índia, como uma alternativa aos modelos produtivos convencionais que se expandiam rapidamente pelo mundo, especialmente na Europa e nos Estados Unidos. Em oposição a esse sistema intensivo, a proposta orgânica enfatizava o papel fundamental da matéria orgânica na manutenção da fertilidade do solo e no equilíbrio do processo produtivo.

Esse modelo agrícola baseia-se na implantação de sistemas de produção sustentados por tecnologias de processo, isto é, por um conjunto de práticas que integram planta, solo e condições climáticas. Seu objetivo é produzir alimentos saudáveis, preservando características naturais, valor nutricional e sabor original, de forma a atender às expectativas dos consumidores e promover maior equilíbrio ambiental (SOARES; CAJU; OLIVEIRA, 2016).

Como já citado, além dos sistemas acima descritos, tem-se também a Permacultura. Quanto a esta, esclarecem ainda Leite e Polli (2020, p. 430) que ela "surgiu na Austrália em 1971, como um modelo de agricultura integrada com o ambiente, utilizando as informações sobre a direção do Sol e dos ventos para determinar a disposição espacial das plantas no solo".

Zimmermann et al. (2015, p. 22) definem a Permacultura como sendo "um conjunto de práticas que reúne os conhecimentos ancestrais e tecnologias modernas para uso

sustentável dos recursos naturais e permanência humana no planeta". E, posteriormente, acrescentam que esse modelo de sistema alternativo de produção "visa suprir as necessidades do ser humano a partir do uso sustentável dos recursos naturais, tais como moradia, alimentação, energia e água, sem alterar o ciclo natural da vida".

Destaca Holmgrn (2013, p. 29), co-fundador do conceito de Permacultura, que esse modelo:

> • Prioriza o uso da riqueza existente para reconstruir o capital natural, especialmente árvores e florestas, como uma reserva comprovada de riqueza para sustentar a humanidade em um futuro com menos combustíveis fósseis.
> • Enfatiza processos de *redesign* de baixo para cima, partindo do indivíduo e do domicílio como os motores de mudança nas esferas do mercado, da comunidade e da cultura.
> • Mais fundamentalmente, foi difundida em função da probabilidade de algum grau de colapso e ruptura na tecnologia, na economia ou até mesmo na sociedade, não prevista nem planejada pelos otimistas da '*tecnologia verde*', mas que é uma realidade para muita gente pelo mundo.
> • Concebe as sociedades sustentáveis pré-industriais como fornecedoras de modelos que refletem os princípios de design sistêmico mais gerais, observáveis na natureza e relevantes para os sistemas pós-industriais.

Na prática, a permacultura constitui uma resposta concreta às limitações relacionadas ao uso de energia e ao aproveitamento dos recursos naturais. Trata-se de uma ferramenta que possibilita observar a paisagem, identificar os recursos disponibilizados pela natureza e planejar seu uso de forma organizada e coletiva. Além disso, permite compreender as interações existentes entre os diferentes componentes da unidade produtiva rural, reconhecendo a função específica de cada elemento dentro do sistema.

Considerações finais

Os sistemas alternativos de produção de base agroecológica distinguem-se por adotar práticas e tecnologias orientadas pelo equilíbrio entre produção agrícola e conservação ambiental. Sua principal característica consiste no respeito aos princípios ecológicos, buscando utilizar os recursos naturais de forma racional e sustentável, sem comprometer a capacidade produtiva das gerações futuras. Nesse sentido, a agroecologia propõe uma relação harmoniosa entre os seres humanos e a natureza, substituindo modelos intensivos e degradantes por estratégias mais integradas ao funcionamento dos ecossistemas.

Entre os aspectos mais relevantes desses sistemas está a preservação dos espaços naturais, evitando desmatamentos desnecessários, protegendo nascentes, solos e áreas de vegetação nativa. Além disso, destaca-se o estímulo à reciclagem de nutrientes por meio do reaproveitamento de

resíduos orgânicos, adubação verde, compostagem e rotação de culturas, práticas que reduzem a dependência de fertilizantes químicos externos.

Outro elemento essencial quando da utilização dos sistemas alternativos de base agroecológica é a conservação da biodiversidade, favorecendo a diversidade de espécies vegetais e animais, o que fortalece o controle biológico de pragas, melhora a fertilidade do solo e aumenta a resiliência dos agroecossistemas. Dessa forma, os sistemas agroecológicos representam uma alternativa eficiente e sustentável para promover a produção de alimentos com responsabilidade ambiental e social.

Em resumo, fundamentadas nos princípios agroecológicos, diversas formas de agricultura surgiram como alternativas ao modelo convencional, reunindo diferentes concepções, práticas e filosofias que buscam conciliar produção de alimentos, equilíbrio ambiental e justiça social. No entanto, dentre essas experiências, a agricultura orgânica destaca-se pelo maior nível de adesão entre produtores, pela presença em políticas públicas de incentivo, pela expansão dos mercados consumidores e pela relevância nos debates contemporâneos sobre sustentabilidade.

Referências

ARAÚJO, Jeane Medeiros Martins de; CHAGAS, Marcone César Mendonça das; TORRES FILHO, Jorge; SILVA, Neurivan Vicente da. **Técnicas agroecológicas aplicadas à agricultura familiar**. Natal: EMPARN, 2010.

AZEVEDO, Elaine. **Alimentos orgânicos: ampliando os conceitos de saúde humana, ambiental e social.** São Paulo: SENAC, 2012.

BATISTA, Camila Lais Ramalho; STOFFEL, Janete. Características que distinguem e aproximam sistemas de produção sustentáveis: a agroecologia e a produção orgânica. S Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. Santa Maria do Sul (RS), 15,16,17,23 e 24 de setembro de 2021. **Anais**...

BLANC, Julien; MARQUES, Paulo Eduardo Moruzzi. A Agricultura Natural de Mokiti Okada: uma experimentação moral e política como fonte de inovação de ordem ecológica. **Estudos, Sociedade e Agricultura**, v. 30, n. 1, e2230104, p. 1-26, jan.-jun., 2022.

CORBARI, Fábio; MIRANDA, César Adrián Ramírez; ZONIN, Wilson João. Agroecologia e produção orgânica: Panorama e desafios desde o cenário global até a bacia do Paraná. **Revista GeoPantanal**, n. 26, p. 15-31, jan.-jun., 2019.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA SUSTENTÁVEL. **Sistemas agroecológicos**. Manaus: Fundação Amazônia Sustentável, 2021.

GONÇALVES, Márcia Oliveira. **A agricultura natural como referência para o desenvolvimento sustentável**: Centro de Pesquisa Mokiti Okada. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas. Departamento de Ciências Sociais da Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR: UEM, 2016.

HOLMGREN, David. **Permacultura**: princípios e caminhos além da sustentabilidade. Tradução: Luzia Araújo. Porto Alegre: Via Sapiens, 2013.

LEITE, Andressa Beatriz; POLLI, Henrique Quero. Agricultura Orgânica no Brasil com enfoque na Agricultura Biodinâmica. **Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 417-430, 2020.

LOPES, Paulo Rogério. **A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada - Interunidades. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba-SP: ESALQ, 2014.

_____; ARAÚJO, Keila Cássia Santos; SILVA, Roberta Cristina da; SILVA, Jonas Pereira da; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira. agroecologia e processos de transição no assentamento rural Santa Helena. **Retratos de Assentamentos**, v. 20, n. 2, p. 125-148, 2017.

MOREIRA, Catarina. Agricultura biológica. **Revista de Ciência Elementar**, v. 1, n. 1, p. 1-4, out.-dez., 2013.

PASCUTTI, Márcia Cristina Dadalto; SILVESTRE, Regina da Silva Ferreira; ORTIZ, Thiago Alberto. O papel dos microrganismos na agricultura sustentável: uma revisão. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v. 17, n. 52, p. 1-18, 2024

SANTOS, José Ozildo dos; SANTOS, Rosélia Maria de Sousa; FERNANDES, Almair de Albuquerque; SOUTO, José da Silva; BORGES, Maria da Glória Borba; FERREIRA, Reginaldo Tácio França Vieira; SALGADO, Alberto Bandeira. Os sistemas alternativos de produção de base agroecológica. **ACSA -**

Agropecuária Científica no Semiárido, v. 9, n. 1, p. 1-08, jan-mar, 2013.

SOARES, Érika Aparecida de Araújo; SANTOS, Saint Clair Lira; SILVA, Laís Kisly Costa; CARDOSO, José Eduardo do Nascimento; COSTA, Zandra Lorenna Coutinho de Melo. Sistemas de produção de base ecológica: Uma alternativa para o desenvolvimento sustentável. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, e59810817554, 2021.

SOUSA, Maria José Duarte de; CAJÚ, Maria Andreza Duarte; OLIVEIRA, Cícera Patrícia Alves. A importância da produção agrícola orgânica na agricultura familia. **Id on Line Revista de Psicologia**, v. 10, n. 31, Supl 3, p. 82-100, out-nov., 2016.

ZIMMERMANN, Andrea; JACINTHO, Cláudio; RACHID, Fernanda; PADOA, Luiza. **Introdução à permacultura**. Brasília: IPOEMA – de Permacultura: Organização, Ecovilas e Meio Ambiente, 2015.

Capítulo 2

Promovendo a sustentabilidade ambiental através da reciclagem

José Ozildo dos Santos
Douglas da Silva Cunha
Romildo Ferreira da Silva Neto
Ana Lívia Rodrigues de Oliveira
Sindia Mara Pereira da Silva Rodrigues
Bruno de Araújo Azevedo
Wanderlan Waldez de Sousa Figueredo
Lindarleyde Maria Pires Lira de Vasconcelos
Tadeu Lourenço de Almeida
Abdalan Andrade do Nascimento
Luciano Nóbrega Azevedo
Gilliard Cruz Targino
Raimundo Gonçalves da Costa Neto

Do consumismo à busca pela sustentabilidade

Após o desencadeamento da Revolução Industrial - que proporcionou a produção em massa de bens e serviços - o

mundo vem passando por profundas e rápidas transformações. E nesse cenário de constantes transformações, a sociedade passou a ser gerida por uma nova tendência: o consumo. Um novo modelo de crescimento econômico foi também estruturado, gerando enormes desequilíbrios no meio ambiente (LAURINDO et al., 2025).

Na busca de mais matérias-primas para a produção dos bens e serviços necessários à satisfação da sociedade consumista, o meio ambiente passou a ser modificado, perdendo em muitos contextos a sua capacidade de regenerar-se. Assim, a exploração exagerada dos recursos naturais trouxe a destruição ecológica, a degradação ambiental e, consequentemente, a deterioração da qualidade de vida de grande parte da população terrestre (CARDOSO, 2016).

Atualmente, vigora o chamado modelo de produção e o consumo tradicional, "realizado de maneira linear por meio da manufatura dos produtos, comercialização, consumo e posterior descarte do produto em aterros sanitários". O desastroso nesse modelo é que ele "não considera que os recursos naturais são finitos, o que leva ao desperdício e à pressão pela exploração, que dificulta a capacidade de regeneração de um ecossistema", desequilibrando-o por completo, tornando-o, muitas vezes, impossível de ser recuperado (BREMGARTNER et al., 2024, p. 8).

Avaliando as profundas transformações registradas na sociedade nos últimos tempos, Dranka; Silva e Hilgemberg (2024) afirmam que dentre os principais problemas contemporâneos destaca-se o consumismo, que resulta no

aumento expressivo da geração de resíduos sólidos e nas dificuldades relacionadas à sua destinação final, gerando significativos impactos negativos ao meio ambiente.

No entanto, o ser humano já começou a sentir os efeitos da exploração exagerada dos recursos naturais por ele patrocinada. O certo é que essa realidade tem feito despertar a atenção da população para as questões ambientais. E, em decorrência disto, vem se tornando cada vez mais intensa a preocupação com o meio ambiente e com os impactos causados pelos padrões de consumo e sua relação com a vida em sociedade.

Ressaltando que os recursos naturais não conseguem se regenerar na mesma rapidez com que são utilizados, Dranka; Silva e Hilgemberg (2024) afirmam que a exploração excessiva de tais recursos tem ameaçado a estabilidade do meio ambiente, produzindo, dentre outros, os seguintes danos:

i. Degradação do solo;

ii. Exaustão de recursos naturais renováveis e não renováveis;

iii. Mudanças climáticas;

iv. Perda de florestas e da biodiversidade;

v. Poluição da água e do ar.

Os danos causados pela exploração excessiva dos recursos naturais são sempre preocupantes. Pois, em muitos casos, assumem caráter de irreversibilidade, trazendo impactos a todos os ecossistemas e ao próprio ser humano. É oportuno ressaltar que os danos citados acima nem sempre acontecem de forma isolada. O surgimento de um dano geralmente

desencadeia outro (PINTO, 2021). Por exemplo, a exaustão de recursos naturais traz a perda de florestas e, consequentemente, a degradação do solo, que, por sua vez, reduz a biodiversidade, contribuindo também para o aumento do agravamento das mudanças climáticas.

Durante muito tempo, a expansão da produção e o aumento do consumo ocorreram sem a devida consideração aos limites dos recursos naturais e aos impactos causados aos ecossistemas. Esse processo resultou em problemas como desmatamento, poluição, perda da biodiversidade e agravamento das mudanças climáticas (SAMBUICHI et al., 2012).

Diante desse cenário, torna-se indispensável repensar os modelos produtivos, conciliando progresso econômico com responsabilidade socioambiental, de modo que o desenvolvimento ocorra de forma equilibrada e sustentável.

Enfatizam Dranka; Silva e Hilgemberg (2024, p. 118) que:

> A necessidade de construir uma sociedade mais sustentável começou a se fortalecer principalmente a partir da crítica ao consumismo e da percepção de que os atuais padrões de consumo estão nas raízes da crise ambiental. A maneira desmedida com que as pessoas consomem causa desperdício, pois além de requerer mais matéria prima, acaba também por gerar uma grande quantidade de lixo e resíduos.

Quando se analisa a citação em epígrafe, constata-se que a construção de uma sociedade mais sustentável passa,

necessariamente, pela revisão dos atuais padrões de consumo, uma vez que o consumismo desenfreado tem contribuído de forma significativa para o agravamento da crise ambiental. Isto porque o consumo excessivo intensifica a exploração dos recursos naturais, amplia a retirada de matérias-primas e acelera processos produtivos muitas vezes incompatíveis com os limites ecológicos do planeta.

Avaliando as causas da grande produção de resíduos, Perón et al. (2022, p. 180) ressaltam que:

> O crescimento populacional aliado à sua concentração nos espaços urbanos, bem como o intenso consumo nos dias atuais, são os principais motivos pela grande produção de resíduos. Dessa forma, a quantidade gerada de resíduos tem despertado preocupações a respeito do problema, bem como interesse na busca de alternativas para adequar a destinação de resíduos à realidade insustentável dos dias atuais.

É importante destacar que o desperdício gerado por hábitos de consumo desmedidos resulta no aumento expressivo da produção de lixo[2] e de resíduos,

[2] Em momento algum, o lixo pode ser confundido. Tratando desta questão, Laurindo et al. (2025, p. 169) destacam que: "Lixo é designado como todo material inútil, descartável que se joga fora, geralmente, em lugar público. Pode ser composto por: material orgânico (sobras de comidas), o que representa cerca de 65% a 70% produzido nos países em desenvolvimento; rejeitos (lixo de banheiro, pilhas, lâmpadas), que correspondem a 5% da massa total dos resíduos, ou seja, o lixo propriamente dito que não é passível de reciclagem, reuso ou compostagem; e materiais recicláveis (plásticos,

sobrecarregando os sistemas de coleta e a destinação final. Nesse sentido, torna-se fundamental promover práticas de consumo consciente, baseadas na responsabilidade socioambiental, no reaproveitamento de materiais e na valorização de escolhas que conciliem desenvolvimento econômico, justiça social e preservação ambiental.

Ainda segundo Perón et al. (2022, p. 180), "diante dessa realidade, surge o conceito de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade, que busca conciliar o desenvolvimento econômico, a preservação ambiental e a melhoria das condições de vida das pessoas". Na realidade, "o desenvolvimento sustentável tem como objetivo alcançar o uso sustentado e racional dos recursos naturais". Nesse modelo de desenvolvimento, existe uma preocupação com as futuras gerações, de forma que a elas seja garantido um meio ambiente saudável e equilibrado.

Atualmente, grande parte dos consumidores pode ser considerada como sendo ambientalmente consciente. Esse grupo de consumidores vem adotando um novo paradigma de consumo, fazendo com que as organizações empresariais assumam posturas diferenciadas em relação ao marketing e às estratégias de mercado. Vem crescendo a valorização de aspectos ecológicos na oferta de produtos e serviços, incorporando práticas mais sustentáveis aos processos produtivos (VENTURA; VENTURA; FERNANDES, 2014).

---

papéis, metais e vidros), que compõem aproximadamente 25% a 30% do peso, mas que representa a maior parcela em volume".

Diante desta realidade, segundo Perón et al. (2022), percebe-se que a sociedade, cada vez mais, vem buscando alternativas capazes de promover melhor qualidade de vida e contribuir para a preservação do meio ambiente. E essa conscientização amplia a demanda por produtos ambientalmente responsáveis, impulsionando a produção, a comercialização e a expansão do mercado dos chamados produtos verdes.

No contexto atual, a busca pela sustentabilidade ambiental vem sendo promovida por vários meios e estratégias, sempre se privilegiando o uso racional dos recursos naturais, sejam estes renováveis ou não. E uma dessas estratégias é a reciclagem, uma técnica centrada no aproveitamento dos resíduos gerados nos processos produtivos e também na reutilização daqueles equipamentos e objetos, que em desuso, passam a ter uma destinação adequada (SANTOS et al., 2016).

Reciclagem: Conceito e importância

Existem inúmeros conceitos para o termo '*reciclagem*'. No entanto, todos, de forma direta, fazem referência a três palavras: reciclar, reutilizar e reaproveitar, práticas que promovem a redução da exploração dos recursos naturais, preservando-os.

Na concepção de Paula (2024), a reciclagem é um processo de fundamental importância para o meio ambiente, pois se constitui em um mecanismo altamente eficiente de

preservação dos recursos naturais. Ao possibilitar o reaproveitamento de materiais no processo produtivo, a reciclagem contribui para reduzir a extração de novas matérias-primas e minimizar os impactos e o desgaste físico causados ao meio ambiente.

Destacam Alves et al. (2018, p. 3) que:

> Reciclar/reutilizar é uma prática que tem por finalidade dar outra direção a algo que seria jogado no lixo, ou seja, fazer com que um material que não servia mais, agora passe a ter uma outra serventia. Quer dizer, reaproveitar o que de alguma forma foi rejeitado.

Reciclar e reutilizar são práticas essenciais para a promoção da sustentabilidade, pois possibilitam atribuir novo valor a materiais que, inicialmente, seriam descartados como lixo. Ao reaproveitar objetos e resíduos, reduz-se a quantidade de rejeitos encaminhados para aterros sanitários e diminui-se a necessidade de extração de novas matérias-primas, contribuindo para a preservação dos recursos naturais.

Além disso, essas ações estimulam uma mudança de comportamento baseada no consumo consciente e na responsabilidade ambiental, mostrando que muitos itens considerados sem utilidade podem ser transformados e reinseridos no ciclo produtivo. Dessa forma, reciclar e reutilizar representam atitudes simples, porém eficazes, na construção de uma sociedade mais equilibrada e comprometida com o futuro do planeta.

A reciclagem, que se caracteriza pelo reaproveitamento do que iria ser descartado, além de reduzir o lixo, pode ser definida como "uma forma de realizar a reflexão sobre o lixo e iniciar ou reforçar uma mudança comportamental" da sociedade (DRANKA; SILVA; HILGEMBERG, 2024, p. 122).

Segundo Cezário et al. (2024, p. 588-589):

> Uma das principais contribuições da reciclagem está na conservação dos recursos naturais. Ao aproveitar materiais recicláveis, como metais, papel, plástico e vidro reduz-se a necessidade de extrair matérias-primas virgens do meio ambiente. Isso, por sua vez, preserva habitats naturais, reduz a degradação ambiental e minimiza os impactos negativos da exploração excessiva dos recursos naturais.

A reciclagem atua diretamente na redução da pressão sobre os recursos naturais. Pois, diminui a necessidade de extração de matérias-primas virgens, como minérios, madeira e petróleo. Esse processo contribui para a preservação de ecossistemas, evitando desmatamento, poluição e perda de biodiversidade. Assim, ao reaproveitar materiais como papel, plástico, vidro e metais, há uma economia significativa de energia e água nos processos produtivos, o que reforça ainda mais seu impacto positivo.

Laurindo et al. (2025, p. 182-183) destacam que:

> [...] a reciclagem é a finalização de vários processos pelos quais passam os materiais que seriam

> descartados. Muitos materiais podem ser reciclados e os exemplos mais comuns são o papel, o vidro, o metal e o plástico. O acúmulo de dejetos e a exploração da natureza é uma constante preocupação, logo a reciclagem torna-se importante no que diz respeito à diminuição dessas práticas de consumo exagerado por parte dos seres humanos.

Embora fundamental, a reciclagem não deve ser vista como solução isolada. Ela precisa estar integrada a práticas mais amplas, como a redução do consumo, a reutilização de materiais e a adoção de modelos de produção mais sustentáveis. Dessa forma, a reciclagem se consolida como parte de uma estratégia maior voltada ao uso racional dos recursos naturais e à construção de uma sociedade mais equilibrada ambientalmente.

Os Benefícios da Reciclagem e a promoção da sustentabilidade ambiental

A reciclagem promove a sustentabilidade ambiental ao transformar resíduos sólidos em novos produtos, economizando recursos naturais, poupando energia e reduzindo a poluição do solo e da água. Essa prática vital desvia lixo dos aterros sanitários, prolongando sua vida útil, além de gerar empregos e renda através da coleta seletiva.

De acordo com Silva e Lacerda (2024, p. 4):

> A reciclagem de resíduos é considerada uma grande fonte de economia de energia e promove a

> recuperação de CO_2. Ela é considerada um processo fundamental para a transição para uma economia circular, podendo dar uma importante contribuição para a mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE), para a promoção de uma transição energética mais sustentável em muitos setores industriais.

A reciclagem de resíduos desempenha papel estratégico na construção de modelos produtivos mais sustentáveis, pois reduz a necessidade de extração de novas matérias-primas e diminui o consumo de energia nos processos industriais. Em muitos casos, reutilizar materiais recicláveis demanda menos recursos do que produzir itens a partir de insumos virgens, o que contribui diretamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Abordando a contribuição da reciclagem na promoção da sustentabilidade ambiental, Pontes e Ângelo (2019) afirmam que a economia circular baseia-se em três princípios. São eles:

> i. Preservar e aprimorar o capital, através do controle do estoque dos recursos naturais finitos e equilíbrio do fluxo de utilização dos recursos renováveis;
> ii. Otimizar o rendimento dos recursos, promovendo o aproveitamento de resíduos e estimulando a reciclagem por meio dos 5 Rs (reduzir, reciclar, reutilizar, repensar e recusar);
> iii. Estimular a efetividade do sistema.

Ao evitar o descarte inadequado de resíduos e reinseri-los na cadeia produtiva, a reciclagem fortalece os

princípios da Economia Circular, baseada no reaproveitamento, na eficiência e na redução de perdas. Dessa forma, esse processo torna-se essencial para promover uma transição energética mais limpa, estimular a inovação industrial e ampliar as ações de enfrentamento às mudanças climáticas.

Na opinião de Alves et al. (2018, p. 3):

> Um motivo importante para incentivar a indústria da reciclagem é mostrar que essa prática faz bem à natureza e proporciona saúde à população, além de gerar lucros ao país. Sem falar na quantidade de empregos que poderiam ser gerados a partir desse processo. Retomando a questão do beneficio com relação à natureza e à população, hoje em dia, reciclar é a forma mais viável para minimizar os problemas provenientes do lixo, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável.

Incentivar a indústria da reciclagem é uma medida estratégica, pois reúne benefícios ambientais, sociais e econômicos de grande relevância. Ao promover o reaproveitamento de materiais, reduz-se a quantidade de resíduos destinados a lixões e aterros sanitários, minimizando impactos ambientais como a contaminação do solo, da água e do ar, além de favorecer melhores condições de saúde pública.

Um estudo realizado por Monteiro (2017) mostra que a reciclagem apresenta as seguintes vantagens:

i. Diminuição dos custos das indústrias;
ii. Economia de energia;

iii. Geração de emprego e renda.

iv. Preservação dos recursos naturais;

v. Redução do volume de resíduos destinados a aterros sanitários;

vi. Redução significativa da poluição do solo, da água e do ar;

Além de gerar renda, a reciclagem fortalece mercados sustentáveis e amplia a arrecadação para o país. Ademais, ela possui um potencial de criação de empregos diretos e indiretos em atividades como coleta seletiva, triagem, processamento e comercialização de materiais recicláveis. Dessa forma, ela se consolida como uma das alternativas mais viáveis para enfrentar os problemas causados pelo lixo e impulsionar o desenvolvimento sustentável.

Na concepção de Horst e Freitas (2016, p. 26):

> A prática da reciclagem, funda uma das maneiras de se contribuir com o desenvolvimento sustentável, por constituir-se em uma solução concreta à demanda da dimensão ambiental: os recursos já retirados da natureza não perdem sua finalidade, o que representa economia de matéria-prima e de energia; há aumento da vida útil dos aterros sanitários; diminuição da poluição visual, da água, do ar e do solo causada pelo acúmulo do lixo; pode-se promover ganhos a nível de conscientização da população quanto a esta prática; ganhos públicos, a partir da redução de despesas com a coleta; geração de emprego e renda, além de benefícios sociais com a implantação de cooperativas e associações de catadores ou empresas de reciclagem.

Quando se analisa as palavras de Horst e Freitas (2016), constata-se a relevância da reciclagem como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável, ao evidenciar seus múltiplos benefícios ambientais, econômicos e sociais. Ao possibilitar o reaproveitamento de materiais, a reciclagem reduz a extração de novos recursos naturais, economiza energia e amplia a vida útil dos aterros sanitários, ao mesmo tempo em que minimiza diferentes formas de poluição. Ademais, seu impacto positivo se estende à esfera social, ao estimular a conscientização da população, reduzir custos públicos com a gestão de resíduos e fomentar a geração de emprego e renda, especialmente por meio de cooperativas e iniciativas ligadas à economia circular. Logo, a reciclagem é uma prática estratégica que integra preservação ambiental e inclusão social.

É importante ressaltar que o papel da reciclagem ultrapassa a dimensão operacional da simples separação de resíduos, assumindo também uma relevante função educativa na formação cidadã. Ademais, ela leva o indivíduo à reflexão crítica sobre os impactos gerados pelos padrões de consumo, pelos processos produtivos e pelo descarte inadequado de materiais (SILVA; RAMOS; ALENCAR, 2025).

Complementando esse pensamento, Donato et al. (2015) afirmam que a reciclagem configura-se como uma alternativa viável rumo ao desenvolvimento sustentável, uma vez que, além de diminuir o volume de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários, contribui para a ampliação

da consciência ambiental na sociedade, incentivando transformações nos padrões de consumo e nas práticas de descarte de produtos.

Nessa mesma linha, Cezário et al. (2023, p. 588) afirmam que:

> A reciclagem é uma prática essencial que desempenha um papel significativo no caminho em direção ao desenvolvimento sustentável. Por meio da coleta, triagem e processamento de materiais descartados, a reciclagem oferece uma série de contribuições cruciais que beneficiam o meio ambiente, a economia e a sociedade como um todo.

A reciclagem configura-se como uma prática indispensável para a consolidação do desenvolvimento sustentável, pois integra benefícios ambientais, econômicos e sociais de forma articulada.

Ao envolver etapas como coleta, triagem e reaproveitamento de materiais descartados, ela reduz a quantidade de resíduos encaminhados para lixões e aterros, diminui a extração de recursos naturais e contribui para a preservação dos ecossistemas.

No campo econômico, a reciclagem fortalece cadeias produtivas, gera empregos e estimula novos mercados voltados à economia circular. Socialmente, promove maior conscientização ambiental e incentiva hábitos de consumo mais responsáveis.

Assim, a reciclagem não apenas minimiza impactos negativos do descarte inadequado, mas também se apresenta como instrumento estratégico para construir uma sociedade mais equilibrada e comprometida com o futuro.

Ressaltam ainda Silva e Lacerda (2024, p. 9) que:

> A conscientização sobre a importância da separação e reciclagem de resíduos atingiu níveis sem precedentes entre a população. Por meio de programas de educação ambiental e ações de sensibilização, os cidadãos estão cada vez mais engajados em práticas sustentáveis, contribuindo para um ambiente mais limpo e saudável. Essa mudança positiva de comportamento está deixando um legado importante para as futuras gerações, garantindo uma melhoria contínua da qualidade de vida e a preservação dos recursos naturais.

Realmente, nos últimos anos, avanços foram alcançados tanto no campo da educação ambiental, quanto na formação de uma consciência coletiva voltada à sustentabilidade. O crescente entendimento da população acerca da importância da separação e reciclagem de resíduos demonstra que ações educativas e campanhas de sensibilização podem transformar hábitos cotidianos e estimular práticas responsáveis.

Esse engajamento social contribui diretamente para a redução da poluição, para a conservação dos recursos naturais e para a construção de cidades mais limpas e saudáveis.

Além disso, ao consolidar novos valores e comportamentos, essa mudança representa um legado relevante para as futuras gerações, fortalecendo perspectivas de desenvolvimento sustentável e melhoria contínua da qualidade de vida.

Considerações finais

Os desafios ambientais contemporâneos estão diretamente ligados aos padrões de consumo e ao descarte inadequado de resíduos, características marcantes da sociedade atual. O uso excessivo de produtos descartáveis e supérfluos intensifica a geração de lixo e agrava problemas como poluição, contaminação do solo e sobrecarga dos sistemas de gestão de resíduos.

Nesse contexto, a busca por soluções sustentáveis torna-se indispensável, e a reciclagem se apresenta como uma estratégia relevante para reduzir impactos ambientais, reaproveitar materiais e promover uma relação mais equilibrada entre sociedade e natureza.

Uma das mais relevantes contribuições da reciclagem está diretamente relacionada à conservação dos recursos naturais, pois o reaproveitamento de materiais como metais, papel, plástico e vidro diminui a necessidade de extração de novas matérias-primas. Essa redução da exploração dos recursos naturais contribui para preservar ecossistemas, proteger habitats e evitar processos intensos de degradação

ambiental, como desmatamento, mineração excessiva e poluição de áreas naturais.

Além disso, ao reinserir resíduos no ciclo produtivo, a reciclagem favorece um modelo econômico mais eficiente e sustentável, no qual se valoriza o uso responsável dos recursos disponíveis. Dessa forma, reciclar representa uma ação concreta de equilíbrio entre desenvolvimento humano e preservação ambiental.

Deve-se também ressaltar que a procura por alternativas eficazes de reciclagem estimula a inovação tecnológica voltada à recuperação de materiais, ao aperfeiçoamento dos sistemas de triagem e à produção de novos bens a partir de insumos reciclados, promovendo o desenvolvimento sustentável.

No entanto, é importante ressaltar que a reciclagem deve ser articulada a outras práticas, como a redução do consumo e a educação ambiental, para que seus efeitos sejam realmente significativos e duradouros.

Referências

ALVES, Maria Santana; SOUZA, Maria Santana; BEZERRA, Cicero de Souza; NOBRE, Ralph de Araújo. Reutilização de materiais como estratégia de ensino. VII ENALIC - Encontro Nacional das Licenciaturas, Fortaleza-CE, 5 a 7 de dezembro de 2018. **Anais**...

BREMGARTNER, Jackelini Lira; BREMGARTNER, Vitor; MANZATO, Lizandro; SANTOS, Joaquim. Promovendo a sustentabilidade por meio de uma oficina de reciclagem de

resíduos de impressão 3D. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. esp. 1, e024064, 2024.

CARDOSO, Luciana Pzygodzinski. Sustentabilidade e a reciclagem de resíduos sólidos na construção civil. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, ano 3, n. 10, p. 1-12, abr.-jun., 2016.
CEZÁRIO, Janaína Aparecida; NASCIMENTO, Maxsuel Bezerra do; SANTOS, Laércio Leal dos; PAIVA William de. As contribuições da reciclagem para o desenvolvimento sustentável: uma revisão bibliográfica. Revista **AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, v. 17, n. 3, p. 587–596, 2024.

DRANKA, Caroline da Luz; SILVA, Renata Adriana Garbossa; HILGEMBERG, Larissa Priscila Bredow. Meio ambiente e sustentabilidade: a arte da reciclagem como instrumento de ensino. **Caderno Intersaberes**, v. 13, n. 45, p. 115-127, 2024.

HORST, Luciane Vanessa Mendes; FREITAS, Carlos Cesar Garcia. Desenvolvimento sustentável e inovação social: a reciclagem sob a perspectiva da tecnologia social. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 12, n. 26, p. 19-41, set.-dez., 2016.

LAURINDO, Danielle Becker Lanzoni; TAKII, Vânia Cristina Muchalski; SILVA, Frederico Fonseca da; FERNANDES, Alexandre Machado; STEFANELLO, Paulinho Renne. A importância da reciclagem para evitar impactos ambientais na separação de resíduos sólidos urbanos. In: FERNANDES, Alexandre Machado; SILVA, Frederico Fonseca da; STEFANELLO, Paulinho Rene; PANHOCA, Luiz. (Orgs.). **Ciências contábeis e gestão pública**. Volume 6. Blumenau-SC: AmoLer Editora, 2025.

MONTEIRO, Alessandra da Rocha Duailibe. Poluição por resíduos. In: SANTOS, Marcos Aurélio dos. (Org.). **Poluição do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2017.

PAULA, Igor Arthemis Pinho de. Educação Ambiental: reciclagem e coleta seletiva de resíduos sólidos como forma de conscientização da comunidade escolar. **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem,** v. 9, p. 519-532, 2024.

PERON, **Clayrmen;** CINTRÃO, **Janaína Florinda Ferri;** GALLO, Zildo; Mello, **Fabiana Ortiz Tanoue de.** As contribuições da reciclagem para o desenvolvimento sustentável: estudo de caso na Cooperativa dos Recicladores de Penápolis/SP (CORPE). **RACE - Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 21, n. 2, p. 177-196, mai.-ago., 2022.

PINTO, Celciane Malcher. Responsabilidade civil ambiental no contexto da sociedade de risco. Revista de Direito Agrário e Agroambiental, v. 7, n. 1, p. 38-56, jan.-jul., 2021.

PONTES, André Teixeira; ÂNGELO, Ana Carolina Maia. Utilização da avaliação do ciclo de vida no contexto da economia circular: uma revisão de literatura. **Sistemas & Gestão**, n. 14, p. 424-434, 2019.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa; OLIVEIRA, Michel Ângelo Constantino de; SILVA, Ana Paula Moreira da; LUEDEMANN, Gustavo. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios. **Texto para discussão**, n. 1782, out., 2012.

SANTOS, José Ozildo dos; SANTOS, Rosélia Maria de Sousa; SANTOS, Vanessa da Costa; ANDRADE, José Rivamar de; AZEVEDO, Danielly Carneiro de. Sustentabilidade: Discutindo estratégias para sua promoção. **Rebemas**, v. 1, n. 1, p. 1-7, jul.-dez., 2016.

SILVA, Regina Andrade; RAMOS, Paulo Roberto; ALENCAR, Cláudio. Inovação e sustentabilidade: possibilidades da reciclagem no contexto da educação ambiental escolar. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, ano 8, v. XIX, n. 19, p. 1-17, 2025.

SILVA, Sayonara Doraci da; LACERDA, Fabrício Martins. Inclusão social e desenvolvimento sustentável: um estudo da cooperativa de reciclagem localizada no município de Apucarana-PR. XII SINGEP-CIK-UNINOVE, São Paulo, 23 a 25 DE outubro de 2024. **Anais**...

VENTURA, Vera Lúcia da Silva; VENTURA, Valmir Alves Ventura; FERNANDES, Marcelo Eloy. A postura dos consumidores frente às práticas de gestão ambiental das organizações. III SINGP (III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos)/II S2IS - II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade. São Paulo, 9, 10 e 11 de novembro de 2014. **Anais**...

Capítulo 3

A importância ecológica da compostagem

Maria Pricila Miranda dos Santos
José Ozildo dos Santos
Romildo Ferreira da Silva Neto
Jonas Menezes dos Santos
Douglas da Silva Cunha
Jeferson Silva de Andrade
Daniel Sousa Rocha
Girlene Cordeiro de Lima Santos
Salviano Lourenço de Sousa Filho
Jefferson Carneiro de Barros
Pedro Fernando Donça
Wilma Isabel Samuel

A sociedade atual e a geração de resíduos

A sociedade contemporânea é caracterizada não somente pelo crescimento urbano desordenado e pelas grandes populações, mas também pelo consumo elevado de

bens e insumos, de forma que, em decorrência deste último aspecto, é denominada de sociedade de consumo, sendo responsável por uma grande geração de resíduos sólidos urbanos (RSUs), situação que se agrava, muitas vezes, pela falta de tratamento e de destinação correta para esses resíduos (WARTCHOW; GEWEHR; SILVA, 2011).

Informam Rocha et al. (2012) que existe uma relação direta entre crescimento populacional e quantidade de resíduos gerados, de forma que quanto maior for a população, maior será a geração de resíduos, principalmente orgânicos, exigindo uma maior preocupação com as formas de tratamento e disposição final, objetivando evitar a geração de passivos ambientais.

Complementando esse pensamento, Wartchow; Gewehr e Silva (2011, p. 1) ressaltam que o crescimento vertiginoso da produção de resíduos também está ligado à grande industrialização registrada nas últimas décadas. E que "esta imensa produção de resíduos (biodegradáveis, não biodegradáveis, inertes etc.) determinou um processo contínuo de deterioração ambiental com sérias implicações na qualidade de vida do homem".

À medida que cresce a população, cresce a procura por matéria-prima e insumos para a produção dos bens e serviços que a sociedade exige/deseja. Tal elevada procura desencadeia uma maior exploração dos recursos naturais, impactando negativamente o meio ambiente. No entanto, o problema não se resume a isto. Essa produção elevada de bens e serviços traz o aumento do descarte de resíduos sólidos no

meio urbano e a gestão destes insumos é um grande desafio no que diz respeito à disposição final. Pois, se esta for inadequada, causa impactos ambientais e traz implicações para a saúde da população (MELO; DUARTE, 2019).

Sem dúvidas, a elevada produção de resíduos sólidos constitui um dos maiores problemas enfrentados pela sociedade atual, tendo em vista que estes, quando descartados inadequadamente, causam danos ao meio ambiente. Desta forma, com o objetivo de se evitar tais danos, tem-se buscado o desenvolvimento de alternativas para a destinação adequada dos resíduos sólidos.

De acordo com Melo e Duarte (2019, p. 65):

> Em meio às alternativas de destino final, destacam-se: aterros sanitários, incineração, reaproveitamento, reciclagem e a compostagem. O aterro, por sua vez, é ainda a solução mais adotada, devido à disponibilidade de áreas e ao menor custo de investimento e operação quando comparado à incineração, por exemplo. No entanto, devido à carência de áreas próprias para o destino dos resíduos nos grandes centros, tem-se adotado outras formas de tratamento e destino final dos resíduos, como: coleta seletiva, digestão anaeróbica e compostagem.

Embora existam diversas alternativas tecnológicas para a destinação final dos resíduos sólidos, ainda predomina a adoção dos aterros, principalmente por fatores econômicos e pela relativa simplicidade operacional. No entanto, essa predominância revela uma contradição: ao mesmo tempo em

que os aterros representam uma solução viável no curto prazo, eles não são sustentáveis a longo prazo, sobretudo nos grandes centros urbanos, onde a escassez de áreas adequadas se torna um obstáculo crescente.

Nesse contexto, ganha relevância a adoção de estratégias mais sustentáveis, que além de reduzirem o volume de resíduos destinados aos aterros, possibilitam o reaproveitamento de materiais e a geração de energia, contribuindo para um modelo mais eficiente e ambientalmente responsável de gestão de resíduos. E a compostagem é uma destas estratégias.

Informam Cruz e Oliveira (2014, p. 2) que "a compostagem é um remédio ecológico para a questão premente da gestão de resíduos e pode ser classificada como uma forma de reciclagem, uma vez que reaproveita o componente orgânico dos resíduos".

A compostagem, além de se caracterizar como um método de baixo ou nenhum custo, contribui para a redução das despesas com insumos químicos empregados nas plantações. Isso ocorre porque o composto orgânico gerado, especialmente em processos domésticos, favorece o desenvolvimento das plantas ao ser aplicado ao solo (BEZERRA et al., 2019).

Compostagem: Definição, tipos e características

A compostagem é um processo biológico natural de decomposição da matéria orgânica, no qual resíduos como

restos de alimentos, folhas e outros materiais biodegradáveis são transformados em um composto estável e rico em nutrientes, conhecido como húmus. Esse processo ocorre principalmente pela ação de microrganismos, como bactérias e fungos, em condições controladas de umidade, temperatura e oxigenação, contribuindo para a redução de resíduos sólidos e para a melhoria da qualidade do solo.

De acordo com Yavorski e Lemes (2022, p. 1261):

> A compostagem é um processo biológico de reciclagem de matéria orgânica, que pode ser de origem animal ou vegetal, onde são reaproveitados os resíduos orgânicos, a partir da atividade de micro-organismos, que ajudarão na formação do adubo orgânico.

A compostagem configura-se como uma estratégia sustentável de gestão de resíduos, ao transformar matéria orgânica de origem animal e vegetal em adubo por meio da ação de microrganismos decompositores. Esse processo promove o reaproveitamento de nutrientes, contribuindo para a fertilidade do solo e a diminuição da dependência de fertilizantes químicos. Assim, além de seu papel ambiental, a compostagem apresenta relevância econômica e agrícola, ao integrar princípios de economia circular e manejo sustentável dos recursos naturais.

De acordo com Cruz e Oliveira (2014, p. 2), "a compostagem consiste na decomposição biológica controlada de resíduos orgânicos, muito utilizada nos dias atuais, porque

contribui para a redução dos gases de efeito estufa e do chorume tóxico gerados pelos aterros".

Independentemente do contexto em que for realizada, a compostagem pode gerar benefícios econômicos, como a diminuição de custos com destinação de resíduos e a produção de adubo orgânico para uso próprio ou comercial. É, sem dúvida, uma alternativa eficiente e ambientalmente responsável para o tratamento de resíduos orgânicos, ao promover sua decomposição biológica de forma controlada.

Enquanto processo de biodegradação, a compostagem envolve processos físicos e químicos. Complementando esse pensamento, Monteiro (2016, p. 2) informa que:

> Os processos físicos [na compostagem] são realizados por invertebrados como ácaros, centopeias, besouros, minhocas, tatuzinhos, lesmas e caracóis que transformam os resíduos em pequenas partículas. Já os processos químicos são desencadeados pela ação de bactérias, fungos e alguns protozoários que degradam os resíduos em partículas ainda menores, dióxido de carbono e água.

É importante ressaltar que, na transformação da matéria orgânica, existe uma interação entre agentes físicos e biológicos. Os invertebrados exercem um papel inicial fundamental ao fragmentar os resíduos, aumentando a superfície de contato e facilitando a atuação dos microrganismos. Em seguida, bactérias, fungos e protozoários conduzem a decomposição química, convertendo os materiais

em substâncias mais simples, como dióxido de carbono, água e compostos estáveis ricos em nutrientes. Essa integração de processos torna a compostagem um mecanismo eficiente de reciclagem natural, essencial para a manutenção da fertilidade do solo e o equilíbrio dos ecossistemas.

Dissertando sobre como ocorre a compostagem, Rodrigues et al. (2015, p. 761) afirmam que:

> A reciclagem dos resíduos orgânicos é processada pela ação dos microrganismos presentes nos mesmos, os quais são responsáveis pela decomposição e/ou estabilização biológica da matéria orgânica, para transformá-la em compostos e húmus. As enzimas produzidas pelos microrganismos são responsáveis por transformar as formas complexas de carboidratos em formas simples, as quais são utilizadas como fonte de energia e carbono pelas bactérias, como acontece com a enzima celulase que degrada a celulose que é de difícil degradação.

No processo de compostagem, os microrganismos exercem uma atuação destacada, visto que são responsáveis pela estabilização da matéria orgânica até a formação de compostos mais estáveis, como o húmus. A ação enzimática desempenha papel fundamental nesse contexto, pois permite a quebra de moléculas complexas, como os carboidratos estruturais, em formas mais simples e assimiláveis. A menção à celulase ilustra bem esse mecanismo, uma vez que essa enzima viabiliza a degradação da celulose, substância de difícil decomposição. Assim, o processo não apenas garante a

transformação eficiente dos resíduos, mas também contribui para a ciclagem de nutrientes e a melhoria das propriedades do solo.

Existem diferentes sistemas de compostagem. Wartchow; Gewehr e Silva (2011) informam que para a escolha do sistema de compostagem mais economicamente viável, deve-se realizar uma análise dos principais sistemas de compostagem existentes atualmente, os quais, são divididos nos seguintes grupos:

i. Sistema de leiras revolvidas (windrow)

ii. Sistema de leiras estáticas aeradas (static pile)

iii. Sistemas fechados ou reatores biológicos (In-vessel).

O Quadro 1 apresenta os sistemas de compostagem existente e suas respectivas características.

Quadro 1. Sistemas de compostagem existente e suas respectivas características

Sistema	Características
Sistema de leiras revolvidas (windrow)	A mistura de resíduos é disposta em leiras, sendo a aeração fornecida pelo revolvimento dos resíduos e pela convecção e difusão do ar na massa do composto. Uma variante desse sistema, além do revolvimento, utiliza a insuflação de ar sob pressão nas leiras.
Sistema de leiras estáticas aeradas	A mistura a ser compostada é colocada sobre uma tubulação perfurada que injeta ou aspira o ar na

(static pile)	massa do composto, não havendo revolvimento mecânico das leiras.
Sistemas fechados ou reatores biológicos (In-vessel)	Os resíduos são colocados dentro de sistemas fechados, que permitem o controle de todos os parâmetros do processo de compostagem.

Fonte: Wartchow; Gewehr e Silva (2011), adaptado.

Com base no Quadro 1, constata-se que o sistema de leiras revolvidas é descrito como um método relativamente simples e amplamente utilizado. Nele, a aeração ocorre por meio do revolvimento periódico dos resíduos, podendo ser complementada por insuflação de ar. Trata-se de uma alternativa eficiente, porém dependente de maior espaço físico e manejo contínuo.

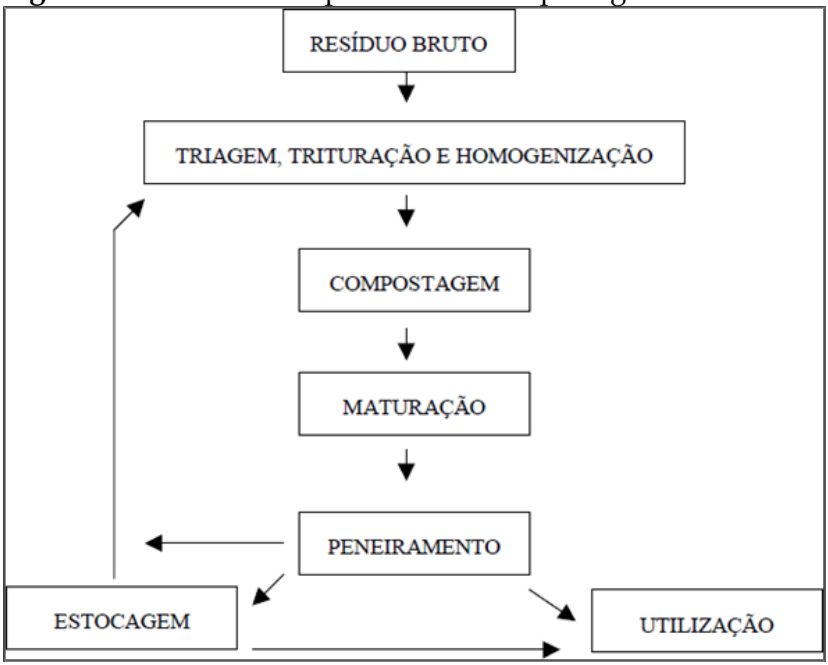
Já o sistema de leiras estáticas aeradas introduz um nível maior de controle, utilizando tubulações perfuradas para promover a aeração sem necessidade de revolvimento mecânico, o que reduz custos operacionais com maquinário, embora exija um planejamento mais cuidadoso da ventilação.

Por fim, os sistemas fechados ou reatores biológicos representam uma tecnologia mais avançada, permitindo o controle rigoroso de variáveis como temperatura, umidade e oxigenação. Apesar de demandarem maior investimento, oferecem maior eficiência, rapidez no processo e menor impacto ambiental, sendo especialmente indicados para contextos urbanos ou com limitações de espaço.

Objetivando proporcionar um melhor entendimento sobre como se desenvolve a compostagem, apresenta-se, de

forma detalhada, na Figura 1, um dos processos de compostagem.

Figura 1. Detalhe de um processo de compostagem



Fonte: Wartchow; Gewehr e Silva (2011).

Analisando-se a imagem acima, verifica-se que, inicialmente, os resíduos passam por uma fase de triagem, trituração e homogeneização, que é essencial para separar materiais inadequados e padronizar o tamanho das partículas, favorecendo a decomposição. Em seguida, ocorre a compostagem propriamente dita, etapa biológica em que os microrganismos degradam a matéria orgânica. Após isso, o

material entra na fase de maturação, na qual o composto estabiliza e adquire melhores características agronômicas.

O peneiramento aparece como uma etapa de refinamento, separando partículas maiores que podem retornar ao processo, evidenciado pelas setas de retroalimentação no fluxograma. Por fim, o composto pode ser destinado à estocagem ou diretamente à utilização, indicando sua aplicação prática, especialmente na agricultura.

Um estudo realizado por Sartori et al. (2021) relaciona os principais fatores que influenciam no processo da compostagem. São eles:

i. Aeração

ii. Relação C/N

iii. Sementes, patógenos e metais pesados na compostagem

iv. Tamanho das partículas

v. Temperatura

vi. Umidade

No Quadro, apresenta-se os fatores acima enumerados, mostrando também as particularidades de cada um

Quadro 2. Principais fatores que influenciam no processo da compostagem

Fatores	Particularidades
	O oxigênio é de vital importância para os microrganismos que realizam a decomposição dos resíduos orgânicos,

Aeração	pois a decomposição é um processo de oxidação biológica das moléculas ricas em carbono, com liberação de energia, que é consumida pelos organismos, e os nutrientes liberados são consumidos pelas plantas.
Relação C/N	A relação carbono e nitrogênio (C/N) deve ser em torno de 30/1; isso quer dizer que para cada parte de nitrogênio, na forma de esterco, devem estar presentes 30 partes de carbono na forma de palhada, para que a compostagem se realize com eficiência.
Sementes, patógenos e metais pesados na compostagem	A presença de sementes de plantas invasoras, pragas, patógenos e metais pesados, que interferem na produção agrícola, são considerados agentes indesejáveis, devendo ser eliminados no início do processo de compostagem mediante cuidados específicos a cada um deles.
Tamanho das partículas	As partículas dos materiais não devem ser muito pequenas, para evitar a compactação durante o processo, comprometendo a aeração..
Temperatura	É desejável que varie de 60ºC a 70ºC nos primeiros 25 dias de compostagem e depois naturalmente a temperatura diminui. O controle deve ser feito diariamente.
Umidade	A umidade garante a atividade microbiana. Isso porque, toda a atividade metabólica e de reprodução

	dos microrganismos e dos outros organismos que atuam no processo de compostagem dependem da água.

Fonte: Sartori et al. (2021), adaptado.

Embora a compostagem seja um processo acessível e de fácil implementação, sua eficiência depende diretamente do controle adequado de diversos fatores físicos, químicos e biológicos.

A aeração, por exemplo, é essencial para garantir a atividade de microrganismos aeróbios, evitando odores desagradáveis e a formação de substâncias tóxicas. A relação carbono/nitrogênio (C/N) influencia o equilíbrio nutricional necessário à decomposição, sendo fundamental para acelerar ou retardar o processo.

A presença de sementes, patógenos e metais pesados exige atenção, pois pode comprometer a qualidade e a segurança do composto final. O tamanho das partículas interfere na área de contato e na circulação de ar, impactando diretamente a velocidade da degradação.

Já a temperatura atua como indicador da atividade microbiana, sendo responsável pela higienização do material, enquanto a umidade deve ser mantida em níveis adequados para sustentar a vida microbiana sem provocar excesso de água. Assim, o manejo equilibrado desses fatores é indispensável para garantir uma compostagem eficiente, segura e de alta qualidade.

A importância ecológica da compostagem

A importância ecológica da compostagem está diretamente relacionada à sua capacidade de transformar resíduos orgânicos em recursos úteis, promovendo a redução do volume de lixo destinado a aterros sanitários e minimizando os impactos ambientais associados à disposição inadequada desses materiais.

Ao favorecer o reaproveitamento da matéria orgânica, a compostagem contribui para a conservação dos recursos naturais, diminui a emissão de gases de efeito estufa, como o metano, e melhora a qualidade do solo por meio da adição de nutrientes e do aumento da atividade biológica. Além disso, essa prática fortalece ciclos naturais, estimula a sustentabilidade e integra estratégias de gestão ambiental mais eficientes, configurando-se como uma alternativa viável e essencial para o equilíbrio dos ecossistemas e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Destacam Yavorski e Lemes (2022, p. 1265) que:

> A compostagem pode ser considerada como uma forma de reciclar o lixo orgânico e reutilizá-lo posteriormente para adubação de hortas caseiras e escolares, produzindo alimentos de melhor qualidade. Os nutrientes gerados pela compostagem podem ser incorporados ao solo, proporcionando melhorias para sua estrutura.

A compostagem se destaca como uma estratégia eficiente de reciclagem do lixo orgânico, pois transforma resíduos que seriam descartados em um insumo valioso para a produção de alimentos, especialmente em hortas caseiras e escolares. Ao converter restos orgânicos em adubo natural, esse processo contribui para a obtenção de alimentos mais saudáveis, livres de insumos químicos, além de estimular práticas educativas voltadas à sustentabilidade. Os nutrientes gerados enriquecem o solo, melhorando sua estrutura física, aumentando a retenção de água e favorecendo a atividade de microrganismos benéficos.

Ressaltam Oliveira Júnior; Santos e Peixoto (2023, p. 418) que:

> O uso prolongado da adubação orgânica tem como vantagens a melhoria da aeração, drenagem interna (armazenamento de água), fornecimento de nutrientes essenciais e aumento da biodiversidade de microrganismos, tendo um potencial de incentivar a economia solidária e sustentável da sociedade. Essa prática de compostagem não apenas fortalece as plantas, reduzindo sua suscetibilidade a pragas, mas também incide diretamente na diminuição da insegurança alimentar.

Pelo demonstrado, o uso contínuo da adubação orgânica evidencia uma série de benefícios agronômicos, ambientais e sociais, ao promover melhorias significativas na estrutura do solo, como maior aeração, melhor drenagem e maior capacidade de retenção de água, além de fornecer

nutrientes essenciais de forma gradual e equilibrada. Esse processo também estimula a biodiversidade de microrganismos, fundamentais para a manutenção da fertilidade e da saúde do solo.

Nessa mesma linha de pensamento, Cruz e Oliveira (2014, p. 5) destacam que:

> O ato de compostagem envolve o processo de reaproveitamento de resíduos orgânicos, a fim de obter adubo natural. Esta técnica tem sido utilizada por um longo período de tempo e oferece inúmeras vantagens. Um desses benefícios é a redução da atividade da matéria orgânica, bem como o restabelecimento do equilíbrio de nutrientes em solos que são utilizados para alguma forma de cultivo da vegetação.

A compostagem representa uma prática tradicional e eficiente de reaproveitamento de resíduos orgânicos, convertendo-os em adubo natural de alta qualidade para uso agrícola. Ao longo do tempo, essa técnica tem demonstrado inúmeras vantagens, sobretudo no que diz respeito à estabilização da matéria orgânica, reduzindo sua atividade excessiva e tornando-a mais adequada ao uso no solo. Dessa forma, a compostagem não apenas reduz impactos ambientais, mas também promove a fertilidade do solo e fortalece sistemas produtivos mais sustentáveis e conscientes.

Monteiro (2016) afirma que a compostagem traz vários benefícios socioambientais, dentre os quais se destacam:

i. Contribui diretamente para o aumento do tempo de vida útil dos aterros sanitários;

ii. Diminui o custo operacional de coleta pública de resíduos;

iii. Favorece a redução dos índices de poluição do solo, água e ar;

iv. Promove a reciclagem de nutrientes para o solo;

v. Redução do desperdício de recursos;

vi. Transforma resíduos em produtos úteis para outros segmentos.

Entretanto, um estudo realizado por Wartchow; Gewehr e Silva (2011) acrescenta ainda à compostagem os seguintes benefícios:

i. Diminui a geração de gases causadores do efeito estufa;

ii. Diminui o volume de resíduos dispostos no aterro sanitário;

iii. Reduz os custos com tratamento do lixiviado;

iv. Utiliza o composto gerado como fertilizante.

A compostagem apresenta um conjunto expressivo de benefícios socioambientais, consolidando-se como uma estratégia eficaz na gestão sustentável de resíduos. Ao reduzir o volume de materiais destinados aos aterros sanitários, contribui-se diretamente para o aumento de sua vida útil e para a diminuição dos custos operacionais relacionados à coleta e ao tratamento de resíduos, incluindo o lixiviado. Além disso, essa prática favorece a redução da poluição do solo, da

água e do ar, ao mesmo tempo em que promove a reciclagem de nutrientes e evita o desperdício de recursos naturais.

Outro aspecto relevante é a transformação de resíduos orgânicos em insumos úteis, como fertilizantes, fortalecendo cadeias produtivas mais sustentáveis. Soma-se a isso a redução na emissão de gases de efeito estufa, evidenciando o papel da compostagem não apenas na gestão de resíduos, mas também no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de um modelo de desenvolvimento ambientalmente responsável.

Ainda segundo Cruz e Oliveira (2014, p. 3), "a compostagem tem um impacto positivo no meio ambiente, melhorando a qualidade do solo, promovendo a biodiversidade e mitigando a poluição. Apesar desses benefícios, a compostagem por si só não é suficiente para enfrentar a atual crise ambiental".

Em síntese, a prática da compostagem exerce efeitos benéficos sobre o ambiente ao enriquecer o solo, favorecer o equilíbrio dos ecossistemas e reduzir danos causados por resíduos orgânicos. Contudo, embora seja uma ferramenta importante dentro das ações sustentáveis, ela não resolve isoladamente os desafios ambientais contemporâneos, sendo necessário integrá-la a outras estratégias mais amplas de preservação e gestão ambiental.

Considerações finais

Durante a compostagem, a matéria orgânica é degradada, sobretudo, pela ação de microrganismos e

enzimas. Essa transformação ocorre de forma gradual, envolvendo a fragmentação dos resíduos e sua oxidação, o que leva à formação de compostos mais simples e estáveis. Trata-se de um processo essencial para a ciclagem de nutrientes, pois converte detritos orgânicos em material rico em substâncias húmicas, contribuindo para a fertilidade do solo e para a redução de impactos ambientais associados ao acúmulo de resíduos.

A compostagem oferece diversas vantagens, destacando-se por tornar o solo mais fértil e equilibrado, ao disponibilizar elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas. Além disso, contribui para que o terreno retenha mais umidade, o que auxilia na prevenção de processos erosivos e favorece o crescimento vegetal em condições mais estáveis. Outro ponto relevante é a diminuição da dependência de insumos químicos, promovendo práticas agrícolas mais naturais e sustentáveis.

Múltiplos são os benefícios socioambientais proporcionados pela compostagem, fazendo com que ela tenha um papel estratégico na gestão sustentável de resíduos. Além de contribuir para a ampliação da vida útil dos aterros sanitários e a redução de custos operacionais com coleta e tratamento, a compostagem também atua diretamente na diminuição da poluição ambiental e na mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Soma-se a isso a capacidade de promover a reciclagem de nutrientes e transformar resíduos orgânicos em insumos úteis, como fertilizantes, reforçando os princípios da economia circular. Dessa forma, a compostagem

se consolida como uma solução eficiente, que alia ganhos ambientais, econômicos e sociais, sendo fundamental para modelos mais sustentáveis de desenvolvimento.

Referências

CRUZ, Tânia Regina de Oliveira da; OLIVEIRA, Maria Clementina de. A compostagem e a sua contribuição para melhoria do meio social e ambiental. **Minerva - Magazine of Science; Estudios e Investigaciones**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2024.

MONTEIRO, José André Verneck. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. **Educação Ambiental em Ação**, Ano XV, n. 56, p. 1-7, jun.-ag., 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR, Dorgival Diógenes; SANTOS, Evellyn Karen Aquino dos; PEIXOTO, Rafael Almeida. A compostagem como ferramenta de reciclagem dos resíduos orgânicos: Uma ação sustentável desenvolvida no Instituto Federal do Ceará. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 8, n. 7, p. 417-424, 2023.

ROCHA, Christiane Pereira; ELÓI JUNIOR, José Jerônimo; FISCHER, Janaína. Análise da eficiência sanitária no tratamento de carcaças avícolas através da compostagem no município de São Sebastião do Oeste-MG. **Conexão CI: Revista Científica**, v. 7, n. 2, p. 14-27, jul.-dez., 2012.

RODRIGUES, Alexandre Couto; FRANÇA, Jacson Rodrigues; SILVEIRA, Rafael Borth da; SILVA, Rodrigo Ferreira da; DA ROS, Clóvis Orlando; KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha. Compostagem de resíduos orgânicos: eficiência do processo e

qualidade do composto. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 759-770, 2015.

SARTORI, Valdirene Camatti; RIBEIRO, Rute T. da Silva; PAULETTI, Gabriel Fernandes; PANSERA, Márcia Regina; RUPP, Luís Carlos Diel; VENTURIN, Leandro. **Compostagem**: Produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos (Cartilha). Caxias do Sul-RS: Universidade de Caxias do Sul, 2021.

WARTCHOW, Dieter; GEWEHR, André Granzotto; SILVA, Jones Souza da. A importância ambiental e econômica da compostagem - estudo de caso: Município de IJUÍ/RS. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, 25 a 29 de setembro de 2011. **Anais**...

YAVORSKI, Rosely; LEMES, Marci Aparecida. Compostagem ferramenta para a inovação da educação ambiental. **Open Science Research VII**, v. 7, p. 1257-1267, 2022.

Capítulo 4

A recuperação das áreas degradadas: importância e desafios

José Ozildo dos Santos
Douglas da Silva Cunha
Wanderlan Waldez de Sousa Figueredo
Sindia Mara Pereira da Silva Rodrigues
Laplace Guedes Alcoforado de Carvalho
Jonas Menezes dos Santos
Tadeu Lourenço de Almeida
Lindarleyde Maria Pires Lira de Vasconcelos
Daniel Sousa Rocha
Gilliard Cruz Targino
Andréa Marques de Maria

Os efeitos decorrentes da exploração excessiva do meio ambiente

A degradação ambiental está ligada à trajetória da humanidade na Terra. Desde os seus primórdios, o ser humano vem modificando o equilíbrio natural do ambiente em

função de suas necessidades. Inicialmente, essas intervenções tinham como finalidade a própria sobrevivência. Contudo, com o avanço da civilização, passaram a ser orientadas por interesses econômicos e pela busca do lucro. Como consequência, os impactos sobre o meio ambiente tornaram-se mais intensos e vêm ocorrendo de forma cada vez mais acelerada (BOAVENTURA; CUNHA E SILVA, 2019).

Ao longo dos anos, o meio ambiente tem sido submetido a processos intensos de degradação que afetam, de maneira abrangente, todas as formas de vida, desde os microrganismos até os seres humanos, gerando diversas consequências negativas para o futuro. Apesar da importância do meio ambiente, observa-se a continuidade desse quadro de deterioração, impulsionado, sobretudo, pelas ações humanas, cuja intensidade e alcance têm despertado crescente preocupação em escala global (MARIANO; AQUINO; FERRAREZI JÚNIOR, 2022).

Os efeitos decorrentes da exploração excessiva do meio ambiente são evidentes, tanto em âmbito nacional quanto global. Entre tais efeitos, destacam-se o aquecimento global, as alterações climáticas [cada vez mais intensas], a perda da fertilidade dos solos e a redução da disponibilidade de água no planeta, entre diversos outros problemas (BOAVENTURA; CUNHA E SILVA, 2019).

Para Kohlrausch e Jung (2015, p. 5), "falar de degradação ambiental e sua relação com o homem é falar da história da humanidade". Desta forma, compreender a degradação ambiental é também compreender os modos de

produção, consumo e organização social que marcaram a trajetória da humanidade, evidenciando que os problemas ambientais atuais são resultado de processos históricos acumulados.

É importante ressaltar que, no Brasil, os processos de degradação ambiental remontam ao período colonial, quando a exploração dos recursos naturais passou a atender, sobretudo, a interesses econômicos, políticos, sociais e culturais. Ao longo do tempo, essa dinâmica intensificou os impactos sobre os ecossistemas, ampliando os riscos e as ameaças à conservação de grande parte da biodiversidade brasileira (MARIANO; AQUINO; FERRAREZI JÚNIOR, 2022).

Uma parcela significativa dessa degradação está associada à agricultura voltada à produção de alimentos, uma vez que as áreas destinadas a essa atividade têm se expandido consideravelmente nos últimos anos. Embora esse crescimento traga benefícios econômicos, também tem gerado impactos negativos expressivos, como degradação ambiental, poluição e esgotamento dos recursos naturais (AQUINO; ALMEIDA, 2021).

Avaliando os intensos processos de modernização pelos quais a agricultura tem passado nas últimas décadas, Rosset et al. (2014) ressaltam que, embora tais avanços tecnológicos venham gerado crescimento econômico no setor, também acarretam diversos impactos ambientais, decorrentes, principalmente, da ampla dependência de insumos químicos e da exploração intensiva dos recursos naturais.

Diante do risco que essas consequências representam para a própria sobrevivência humana - já que seus impactos são cada vez mais sentidos -, têm sido desenvolvidas estratégias voltadas à recuperação de áreas degradadas. Atualmente, essas práticas são diversas e acessíveis a diferentes contextos sociais e econômicos. Contudo, percebe-se que, quando implicam em custos ou em possíveis perdas financeiras, muitas vezes acabam sendo deixadas de lado (BOAVENTURA; CUNHA E SILVA, 2019).

Área degradada: Definição e particularidades

Existem inúmeras definições para a expressão 'área degradada'. No entanto, de forma direta, esta pode ser entendida como uma alteração significativa registrada no meio ambiente, impactando-o negativamente. Entretanto, para bem compreender o que representa uma área degradada, necessário se faz conhecer o conceito de degradação ambiental.

Para Capeche et al. (2014, p. 161), a degradação ambiental "pode ser considerada como a perda total ou parcial da potencialidade ambiental de uma determinada área, refletindo-se na descaracterização de sua biodiversidade, de seus solos e dos seus recursos hídricos".

Informam Leite et al. (2017, p. 28) que:

> O processo de degradação de uma área tem o seu início pela ação da natureza e/ou do homem. A partir do desencadeamento de alguns processos físicos, químicos e hidrológicos, essa deterioração provoca a

> destruição tanto do potencial biológico do solo quanto de sua capacidade de sustentar a fauna/flora e a produção alimentar.

Na forma demonstrada, a degradação de uma área pode ser desencadeada tanto por fatores naturais quanto por intervenções humanas, dando início a uma série de alterações que afetam suas propriedades físicas, químicas e hídricas. Esse conjunto de mudanças compromete a vitalidade do solo, reduzindo sua capacidade de abrigar seres vivos e de sustentar atividades produtivas, o que evidencia a importância de práticas que previnam ou revertam esses impactos.

Ainda segundo Leite et al. (2017, p. 28):

> A degradação das áreas naturais quase sempre tem o seu início com o desmatamento, seja para produção de alimentos, seja para retirada de minérios em camadas interiores do solo. O manejo inadequado do solo quase sempre é fator determinante para a degradação de determinada área, isso inclui a utilização de maquinário de maneira inadequada (aração e gradagem morro abaixo), cortes e aterros sem orientação, etc.

Degradada, uma área se descaracteriza, perde total ou parcialmente a sua potencialidade de se recompor, afetando diretamente a sua biodiversidade, impactando seus solos e os recursos hídricos nela existentes. Logo, degradação é sinônimo de perda, de redução, fragilidade, limitação, indisponibilidade e até mesmo de insustentabilidade ambiental.

Assim, pode-se afirmar que toda área degradada "apresenta limitações para sustentar a 'vida' com qualidade, afetando direta e indiretamente a biodiversidade terrestre, marinha (rios, lagos e oceanos), a sustentabilidade dos solos (produção, geração de renda e êxodo rural) e dos recursos hídricos quanto ao seu volume e potabilidade" (CAPECHE et al., 2014, p. 161).

Dissertando sobre a necessidade de se desenvolver planos de recuperação de áreas degradadas, Santori (2014, p. 2) afirma que "área degradada é a área impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado".

Complementando este pensamento, Leite et al. (2017, p. 27) afirmam que:

> Área degradada é aquela que, após distúrbio, teve eliminado os seus meios de regeneração natural, apresentando baixo potencial de manutenção da produção em níveis sustentáveis. Em ecossistemas degradados, a ação antrópica é necessária para sua recuperação. É, portanto, diferente de área perturbada, que é aquela que sofreu distúrbios de menor intensidade e, por isso, possui meios de regeneração natural.

Pelo exposto, considera-se área degradada àquela que perdeu sua capacidade de se recompor por conta própria, tornando-se incapaz de sustentar atividades de forma equilibrada, o que exige intervenção humana para sua

reestruturação. É por apresentar esta particularidade que uma área degradada se distingue de locais que sofreram alterações mais leves, nos quais ainda existem condições naturais que permitem a recomposição ao longo do tempo sem necessidade de ações externas mais intensivas.

Explicam Capeche et al. (2014, p. 156-157) que:

> A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico.

Na forma destacada, um ambiente é considerado comprometido quando há eliminação da cobertura natural e dos organismos que nele habitam, acompanhada da perda da porção mais rica do solo e de alterações nos cursos d'água. Esses impactos rompem o equilíbrio dos componentes naturais e reduzem a capacidade do sistema de se sustentar, tornando difícil tanto a manutenção das funções ecológicas quanto a realização de atividades humanas de forma viável.

Almeida (2016, p. 27) afirma que a área degradada:

> É uma área impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que

> poderia ser esperado. Como exemplo, citamos as áreas de mineração, onde toda camada superficial do solo é retirada, degradando vegetação e substrato. O subsolo estéril não é capaz de se regenerar sozinho.

Uma área degradada representa um cenário de ruptura ecológica profunda, no qual os processos naturais de sucessão não conseguem restabelecer condições semelhantes às existentes anteriormente. Isso ocorre porque a remoção da camada superficial do solo [rica em matéria orgânica, microrganismos e nutrientes] compromete funções essenciais como retenção de água, ciclagem de nutrientes e suporte à vegetação.

Em atividades como a mineração, a exposição do subsolo estéril cria um ambiente fisicamente instável e biologicamente pobre, inviabilizando a regeneração espontânea. Nessas condições, a recuperação depende de intervenções técnicas planejadas, como a recomposição do solo, introdução de espécies adaptadas e manejo adequado, fato que evidencia que certos tipos de degradação ultrapassam a capacidade de resiliência natural dos ecossistemas.

Existem vários tipos de áreas degradadas nas propriedades rurais brasileiras. Segundo Leite et al. (2017), os mais comuns são:

i. Áreas abandonadas ou queimadas;

ii. Áreas agrícolas degradadas por uso inadequado das tecnologias;

iii. Áreas brejosas, antrópicas, produzidas pela retirada da vegetação natural do brejo, assoreamento de rios e riachos e alteração do tempo de permanência da água no solo.

iv. Fragmentos florestais degradados pelo desmatamento ou exploração inadequada;

v. Pastagens degradadas pelo manejo inadequado do solo;

vi. Plantações florestais e frutíferas abandonadas ou em estágio avançado de degradação por manejo inadequado.

A diversidade de situações encontradas no meio rural brasileiro evidencia que os processos de degradação ambiental não seguem um único padrão, estando associados a diferentes formas de uso e manejo do solo.

Desde espaços abandonados até áreas produtivas exploradas de maneira inadequada, observa-se que práticas mal planejadas comprometem a qualidade do ambiente, afetando sua capacidade de regeneração e produtividade. Além disso, intervenções que alteram a dinâmica da água e reduzem a cobertura vegetal contribuem para intensificar esses impactos. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias específicas de manejo e recuperação, adaptadas às características de cada tipo de área afetada.

De modo geral, o solo constitui um recurso de múltiplas funções e serviços, cuja capacidade de desempenhá-los está diretamente relacionada à forma como é utilizado. Embora apresente uma vulnerabilidade intrínseca, decorrente de suas propriedades naturais e das condições climáticas, muitos desses ambientes têm sido formados e modificados sob

intensa e inadequada ação humana (FERREIRA; OLIVEIRA FILHO, 2025).

Segundo Ferreira e Oliveira Filho (2025), dentre os principais fatores responsáveis pelo processo de degradação de uma área, destacam-se:

i. A mineração,
ii. As atividades pecuárias
iii. As queimadas
iv. O desmatamento sem controle,

Cada uma dessas práticas desempenha um papel relevante no processo de degradação ambiental, promovendo, ao longo do tempo, alterações nas funções e nos recursos do meio ambiente. Além disso, impactam diretamente os ecossistemas, comprometendo seus equilíbrios e dificultando os processos naturais de regeneração (MARIANO; AQUINO; FERRAREZI JÚNIOR, 2022).

Destacam Ferreira e Chaves Filho (2017, p. 582) que:

> O desmatamento desestabiliza todos os componentes do solo, com a água das chuvas carreando sedimentos como areia, silte, argila e os fertilizantes e inseticidas incorporados a essa perda, lançados no ambiente, infiltrados, lixiviados, vaporizados, absorvidos sob transformação química e decomposição pela microfauna, podendo causar acúmulo destes produtos no solo, inclusive de metais pesados.

A retirada da cobertura vegetal compromete o equilíbrio do solo, facilitando o transporte de partículas pelas

chuvas e a dispersão de substâncias químicas utilizadas nas atividades humanas. Esses materiais podem se infiltrar, evaporar ou sofrer transformações no ambiente, sendo parcialmente assimilados por organismos microscópicos. Como consequência, ocorre a concentração progressiva de compostos potencialmente tóxicos no ambiente terrestre, incluindo elementos nocivos que podem persistir por longos períodos.

De forma complementar, Lopes et al. (2021) afirmam que a supressão da vegetação e o uso do fogo interferem diretamente nos fatores abióticos que regulam o funcionamento do solo, provocando desequilíbrios na microbiota. Com a retirada da cobertura vegetal, o solo fica mais exposto à radiação solar, o que eleva a temperatura e reduz a umidade. Como consequência, há uma diminuição da diversidade de micro-organismos, comprometendo a qualidade e a funcionalidade do solo.

Cabe ressaltar que as atividades como a agricultura, a ampliação da pecuária extensiva, a extração de madeira e a mineração favorecem a degradação das áreas, resultando na perda de nutrientes, na compactação e na intensificação dos processos erosivos. Esses impactos dificultam a recuperação do ambiente, sobretudo quando há remoção da cobertura vegetal e da camada superficial do solo (RIBEIRO et al., 2023).

Por outro lado, a degradação ambiental pode se apresentar de diversas formas. No entanto, a mais conhecida é a degradação dos solos.

Informam Leite et al. (2017, p. 16) que:

> A degradação do solo é um processo que pode ser provocado naturalmente (por condições de chuva, ventos, sol e incêndios naturais) ou pelas ações do ser humano, resultando na diminuição gradativa de sua capacidade produtiva em função da instalação de processos erosivos, da compactação, do empobrecimento químico e biológico, da acidificação e da salinização.

Pelo demonstrado, a perda de qualidade do solo pode ocorrer tanto por fatores naturais quanto por intervenções humanas [conforme já citado], sendo tal perda caracterizada por mudanças que comprometem sua capacidade de sustentar a produção. Entre os principais efeitos estão a intensificação dos processos erosivos, o adensamento, o esgotamento de nutrientes e alterações nas condições químicas, o que, ao longo do tempo, reduz a funcionalidade do solo e dificulta seu uso sustentável.

Segundo Capeche et al. (2014), vários são os tipos de degradação dos solos, com destaque para os seguintes:

i. Degradação Biológica: redução da biomassa, redução da biodiversidade;

ii. Degradação Física: compactação, selamento, inundação, aeração deficiente, excesso ou falta de água;

iii. Degradação Química: perda de nutrientes e/ou matéria orgânica, desbalanço de nutrientes, salinização, acidificação, poluição;

iv. Erosão eólica: perda de horizontes superficiais, deformação do terreno, movimento de massa, deposição;

v. Erosão hídrica: perda de horizontes superficiais, deformação do terreno, movimento de massa, deposição.

Quando se analisa a classificação acima apresentada, constata-se que os processos de deterioração do solo manifestam-se de diferentes maneiras, envolvendo alterações nos organismos vivos, na estrutura e nas propriedades químicas, além da ação de agentes naturais como vento e água. Essas transformações podem levar à redução da vida presente, à compactação e má circulação de ar e umidade, à perda de elementos essenciais e ao acúmulo de substâncias indesejáveis. Somam-se a isso os efeitos do transporte de partículas, que modificam a superfície e a forma do relevo, comprometendo a estabilidade e a funcionalidade do ambiente.

O processo de recuperação de áreas degradadas

A recuperação de áreas degradadas constitui um processo essencial no contexto da conservação ambiental e do desenvolvimento sustentável, uma vez que busca restabelecer as funções ecológicas, a biodiversidade e a capacidade produtiva de ecossistemas impactados por ações antrópicas. Esse processo envolve um conjunto de técnicas e estratégias que variam desde a regeneração natural assistida até intervenções mais complexas, como o reflorestamento e a reabilitação do solo, considerando as características específicas de cada área afetada.

Além de promover a recomposição da cobertura vegetal, a recuperação ambiental contribui para a melhoria da

qualidade da água, a redução da erosão e o equilíbrio climático, evidenciando sua relevância tanto para o meio ambiente quanto para a qualidade de vida das populações humanas.

Segundo Andrade e Assis (2025, p. 77):

> A recuperação busca restabelecer a capacidade de uso de uma área degradada, considerando dimensões ecológicas e socioeconômicas. Não se limitando a devolver a biodiversidade original, mas a oferecer condições para que a área volte a ser produtiva, estável e compatível com múltiplos usos. Dessa forma, a recuperação pode incluir desde práticas de conservação do solo e da água até a introdução de espécies que garantam cobertura vegetal mínima e funcionalidade.

Desta forma, a recuperação de ambientes degradados envolve mais do que recompor características naturais, pois abrange também a reestruturação de funções que permitam o aproveitamento equilibrado do espaço. Trata-se de um processo que integra aspectos ambientais e sociais, buscando tornar o local novamente estável, produtivo e apto a diferentes finalidades. Para isso, são adotadas estratégias variadas, como o manejo adequado do solo e dos recursos hídricos, além do uso de vegetação capaz de assegurar proteção, equilíbrio e funcionamento adequado do ecossistema ao longo do tempo.

Segundo Leite et al. (2017, p. 27):

> Recuperar uma área degradada significa revertê-la, de uma condição degradada, para uma condição não degradada, independente do estado em que estava originalmente e de sua destinação futura. Assim, é possível recuperar a integridade física, química e biológica de uma área (estrutura) e, ao mesmo tempo, recuperar sua capacidade produtiva (função), seja na produção de alimentos e matérias-primas, ou em suas funções ecológicas e ecossistêmicas.

A recuperação de uma área degradada consiste em direcioná-la a uma nova configuração e finalidade previamente definidas para o uso da terra, buscando alcançar uma situação equilibrada em harmonia com as características ambientais e o contexto social ao redor.

Esse processo envolve a criação de condições que permitam a reorganização dos sistemas naturais, com a formação de novos componentes do ambiente e uma paisagem reestruturada. Em síntese, trata-se de recompor os elementos essenciais até um nível que possibilite a reconstituição da diversidade biológica semelhante à que existia originalmente.

O processo de recuperação de uma área degradada, necessariamente, exige um prévio planejamento. Pois, não se trata de uma atividade simples. De acordo com Ortis et al. (2012, p. 2), para a recuperação das áreas degradadas o ideal "seria através do estudo do processo de sucessão[3] ecológica ou

[3] **Sucessão** - é o processo de desenvolvimento de uma comunidade (flora e fauna) em função de modificações no ambiente considerado, culminando no estágio clímax. As florestas se organizam lentamente através de um processo de sucessão ecológica, que se caracteriza,

secundária que é o desenvolvimento da comunidade ecológica pela ação da vegetação sobre o ambiente e que conduz ao estabelecimento de novas espécies na formação do novo ecossistema".

Complementando esse pensamento, Boaventura; Cunha e Silva (2019, p. 138) afirmam que "esse processo de sucessão ecológica proporciona mudanças na estrutura das espécies e da comunidade, que culminam em transformações na natureza e nas relações que os seres vivos estabeleceram com ela e entre si".

Acrescentam Ortis (2012) que a recuperação de áreas degradadas deve se basear no entendimento da sucessão ecológica, que orienta o restabelecimento das comunidades vegetais e a formação de novos ecossistemas[4]. Nesse processo, a produção de sementes e mudas de qualidade - com diversidade genética e de espécies - é essencial, embora ainda represente um desafio para programas de longo prazo, evidenciando a importância dos viveiros florestais fundamentados em bases científicas.

Deve-se ressaltar que o processo de sucessão ecológica desencadeia uma reorganização gradual dos ecossistemas, à medida que novas espécies vão se estabelecendo e outras deixam de predominar. Essa dinâmica

---

principalmente, por um gradual aumento e substituição de espécies no curso do tempo, e uma ampliação da complexidade do ecossistema (ALMEIDA, 2016, p. 25-26).

[4] **Ecossistema** - é o conjunto de componentes bióticos (vivos) e abióticos (não vivos) que, em um determinado meio, trocam matéria e energia (ALMEIDA, 2016, p. 25).

altera não apenas a composição biológica, mas também a forma como os organismos interagem entre si e com o ambiente. Com o tempo, essas mudanças promovem maior complexidade estrutural e funcional, favorecendo o equilíbrio ecológico. Assim, as relações entre os seres vivos tornam-se mais diversificadas e interdependentes, refletindo diretamente nas transformações observadas na natureza.

Destacam ainda Leite et al. (2017, p. 36) que, antes de se iniciar a recuperação de área, "primeiramente é necessário diagnosticar os fatores que foram responsáveis pela degradação. Uma vez diagnosticados, deverão ser estancados para evitar que continuem causando problemas, mesmo quando iniciado o processo de restauração".

Toda área degradada possui particularidades que precisam ser levadas em consideração quando do seu processo de recuperação. Nesse sentido, Almeida (2016, p. 142) ressalta que "é preciso conhecer o passado, analisar o presente e planejar o futuro das áreas a reabilitar". Pois, aquilo que foi utilizado em um determinado lugar, provavelmente não funcionará ou não surtirá o efeito desejado em uma outra área, isto porque "cada situação específica deve receber um tratamento adequado".

Considerações Finais

A recuperação de solos é um processo complexo que ultrapassa a dimensão estritamente técnica, pois está condicionada a fatores ambientais, sociais e econômicos que

variam de acordo com cada realidade. Nesse sentido, a escolha das técnicas deve partir de um diagnóstico detalhado da área, considerando suas características físicas, químicas e biológicas, bem como o contexto de uso e ocupação.

Embora diferentes métodos possam apresentar bons resultados quando corretamente aplicados, sua eficácia não é uniforme em todos os cenários. As especificidades locais, aliadas às limitações financeiras e operacionais, influenciam diretamente o sucesso das intervenções. Por isso, a integração de múltiplas técnicas tende a ser uma abordagem mais estratégica e eficiente, permitindo potencializar resultados e adaptar as ações às necessidades do ambiente a ser recuperado.

Mesmo diante das limitações regionais, a efetividade das estratégias de recuperação de áreas degradadas tende a crescer quando há suporte institucional consistente, como políticas públicas bem estruturadas, assistência técnica contínua e incentivos à adoção de práticas sustentáveis. Esses elementos funcionam como catalisadores, reduzindo barreiras de implementação e ampliando o acesso a tecnologias e conhecimentos adequados.

Nesse cenário, a recuperação ambiental deixa de ser apenas uma ação pontual e passa a integrar um modelo de desenvolvimento mais amplo, no qual a recomposição dos ecossistemas ocorre em paralelo ao aumento da produtividade e à geração de renda. Assim, promove-se não apenas a restauração ecológica, mas também a inclusão social e o

fortalecimento das economias locais, tornando o processo mais equilibrado e duradouro.

Referências

ALMEIDA, Danilo Sette. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus-BA: Editus, 2016.

ANDRADE, Bruna Rodrigues; ASSIS, Tatiane Pereira Santos. Estratégias de recuperação ecológica em áreas do cerrado degradadas por incêndios criminosos: Uma análise de técnicas e impactos ambientais, **Enciclopédia Biosfera**, v. 22, n. 54, p. 62-93, 2025.

BOAVENTURA, Kárita de Jesus; CUNHA, Élida Lúcia da; SILVA, Sandro Dutra e. Recuperação de áreas degradadas no Brasil: conceito, história e perspectivas. **Tecnia**, v. 4, n. 1, p. 135-155, 2019.

CAPECHE, Cláudio Lucas; TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena; MACEDO, José Ronaldo de; MELO, Adoildo da Silva. Recuperação de áreas degradadas. In: TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena (Editor). **Biocombustíveis sólidos**: fonte energética alternativa visando à recuperação de áreas degradadas e à conservação do Bioma Caatinga. Brasília: Embrapa; Natal: IFRN, 2014.

FERREIRA, Elivania Agenor; OLIVEIRA FILHO, Olavo Bilac Quaresma de. Análise das técnicas de recuperação de áreas degradadas e sua viabilidade na região amazônica. Revista Caderno Pedagógico, v. 22, n. 11, p. 1-21, 2025.

FERREIRA, Sheila Ribeiro; CHAVES FILHO, Jales Teixeira. Proposta de recuperação de área degradada às margens do rio Meia Ponte no município de Morrinhos/Goiás. I Simpósio Interdisciplinar em Ambiente e Sociedade: Os Desafios e Perspectivas na Relação Homem/Natureza/Sociedade no Século XXI. Morrinhos-GO, 9 a 12 de maio de 2017. **Anais**...

KOHLRAUSCH, Fernanda; JUNG, Carlos Fernandes. Áreas ambientais degradadas: causas e recuperação. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, 13 e 14 de agosto de 2015. **Anais**...

LEITE, Bruno; MASCARENHAS, Gilberto; CRUZ FILHO, João Reis; MENDES, Paulo; BRITO, Renato. **Recuperação de áreas degradadas com pastagens e/ou florestas** (Perguntas e respostas). Brasília: IABS, 2017.

LOPES, Janile Quaresma; CARDEAL, Raphael Alves; ARAÚJO, Rinaldo dos Santos; ASSUNÇÃO, João Carlos da Costa; SALGADO, Bruno César Barroso. Aplicação do dióxido de titânio como fotocatalisador na degradação do diuron: avaliação das variáveis operacionais e estudo mecanístico. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 1, p. 61-68, jan.-fev., 2021.

MARIANO, Nilson; AQUINO, Maria Daniela Honório de; FERRAREZI JÚNIOR, Edemar. A importância da recuperação de áreas degradadas: uma forma de conservação ambiental. **Interface Tecnológica**, v. 19, n. 1, p. 185-197, 2022.

ORTIS, Ricardo da Silva; BANDEIRA, Lucas Perticarrari; PITA, Maria Carolina Gonçalves; ESTENDER, Antonio Carlos; JULIANO, Márcio de Cássio. Gestão Ambiental e a Recuperação de Áreas Degradadas. IX SEGeT - IX Simpósio de

Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende-RJ, 24, 25 e 26 de outubro 2012. **Anais**...

RIBEIRO, Gabriela; ARAÚJO, Raphael Santana; CALDEIRA, Carlos Rodrigo Tanajura. Imagens de aeronave remotamente pilotada na análise da cobertura florestal em um lote de assentamento com área degradada na Amazônia. Geografia, v. 32, n. 2, p. 163–176, 2023.

SARTORI, Richieri. Guia prático para elaboração de projeto de recuperação de áreas degradadas (PRAD) em APP. In Programa de Qualificação e Gestão Ambiental, **Nota Técnica n. 01/2014**, Rio de Janeiro, 2014.

Capítulo 5

A importância da utilização das energias limpas no contexto organizacional

José Ozildo dos Santos
Bruna Silva Gonzaga
Ana Lívia Rodrigues de Oliveira
Douglas da Silva Cunha
Jeferson Silva de Andrade
Laplace Guedes Alcoforado de Carvalho
Pedro Fernando Donça
Wilma Isabel Samuel
Abdalan Andrade do Nascimento
Luciano Nóbrega Azevedo
Jefferson Carneiro de Barros
Maria Pricila Miranda dos Santos

Energia Limpa: caminho para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável

O aumento dos debates sobre fontes de energia limpa, motivado pelas preocupações ambientais e pelos acordos climáticos firmados internacionalmente, fez com que as

energias renováveis [também denominadas de energias limpas] passassem a ocupar posição estratégica em diferentes setores da sociedade e da economia. Nesse contexto, a implementação de políticas e normas voltadas para alternativas sustentáveis tornou-se essencial para conciliar desenvolvimento industrial e conservação ambiental (KANOPCKA, 2024).

Em resposta a essa realidade, diversos países vêm reformulando suas matrizes energéticas e ampliando o uso de tecnologias como energia solar, eólica e biomassa, buscando garantir segurança energética ao mesmo tempo em que reduzem os impactos ambientais. Dessa forma, o planejamento e a adoção de estratégias voltadas ao setor de energias renováveis consolidam-se como elementos fundamentais para a promoção da sustentabilidade (COSTA et al., 2025).

Entender o conceito de energias renováveis requer uma análise cuidadosa das relações existentes entre sua produção, distribuição e utilização.

Nesse contexto, a discussão sobre a sustentabilidade da matriz energética assume papel essencial, ao destacar a importância de políticas e estratégias capazes de conciliar crescimento econômico com conservação ambiental, objetivo que depende diretamente da existência de um sistema regulatório sólido e eficiente (COSTA et al., 2025).

É importante destacar que discutir sustentabilidade energética significa refletir sobre modelos de crescimento capazes de conciliar progresso econômico com responsabilidade ambiental, reduzindo impactos como

poluição, emissão de gases de efeito estufa e degradação dos ecossistemas.

Além disso, a busca por fontes renováveis e tecnologias mais eficientes contribui para fortalecer a segurança energética, estimular a inovação e promover um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável para as futuras gerações (KRELL; SOUZA, 2020).

A transição energética tornou-se um dos temas centrais das discussões contemporâneas sobre sustentabilidade e desenvolvimento, despertando crescente interesse no meio acadêmico devido à complexidade dos desafios envolvidos. Além das questões técnicas relacionadas à geração e distribuição de energia renovável, existem obstáculos regulatórios, financeiros e culturais que dificultam a implementação de uma matriz energética mais limpa.

Nos países em desenvolvimento, essas dificuldades tornam-se ainda mais evidentes em razão da forte dependência de combustíveis fósseis, frequentemente considerados mais baratos no curto prazo, e da limitada oferta de incentivos governamentais para expansão das fontes renováveis (SANTOS et al., 2020).

Apesar dessas barreiras, experiências positivas em diferentes regiões do mundo demonstram que a adoção de políticas públicas adequadas, investimentos em inovação tecnológica e apoio de organismos internacionais podem favorecer a ampliação das energias limpas.

Dessa forma, a transição energética representa não apenas uma necessidade ambiental, mas também uma

oportunidade para promover desenvolvimento econômico sustentável, segurança energética e melhoria da qualidade de vida da população (COSTA et al., 2025).

No caso específico do Brasil, a matriz energética nacional ainda depende predominantemente de fontes não renováveis. A ampliação do uso de energias renováveis no país enfrenta dificuldades relacionadas, entre outros fatores, à insuficiência de tecnologias nacionais adequadas para o aproveitamento em larga escala de fontes como a eólica, solar, biomassa e energia das marés, situação que contribui para aumentar os custos dessas alternativas em relação às fontes energéticas convencionais (KRELL; SOUZA, 2020).

Informam Oliveira; Vilarinho e Marques (2023) que as energias renováveis passaram a ocupar posição estratégica na construção de uma economia de baixo carbono, oferecendo alternativas mais sustentáveis para a geração de energia. O aproveitamento de recursos naturais como vento, água e calor contribui para reduzir os impactos ambientais provocados pelos combustíveis fósseis, ao mesmo tempo em que impulsiona o desenvolvimento tecnológico voltado para maior eficiência energética.

No entanto, embora os custos iniciais de implantação dessas tecnologias sejam elevados, os benefícios econômicos e ambientais obtidos ao longo do tempo tornam o investimento altamente vantajoso. Além de reduzir despesas futuras com energia, as fontes renováveis favorecem a segurança energética, estimulam a inovação e colaboram para um modelo

de crescimento econômico mais sustentável e ambientalmente responsável.

É importante ressaltar que a produção de energia limpa a partir de recursos nacionais reduz a dependência de combustíveis fósseis, cujos preços sofrem influência do mercado internacional. Ademais, o uso de fontes renováveis contribui para diminuir os impactos ambientais causados pela emissão de gases poluentes. Nesse contexto, a geração de energia por meio de recursos renováveis torna-se fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável, uma vez que favorece a redução dos danos ambientais associados aos combustíveis fósseis e fortalece a preservação do meio ambiente (FRANCO, 2014).

As energias limpas representam um dos principais caminhos para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável, pois possibilitam a geração de energia com menor emissão de gases poluentes e menor degradação ambiental.

O aproveitamento de recursos naturais como o vento, a água e o calor solar contribui para reduzir a dependência de combustíveis fósseis, fortalecendo uma economia de baixo carbono e mais comprometida com a preservação ambiental. Embora os custos iniciais de implantação dessas tecnologias ainda sejam elevados em muitos casos, os benefícios econômicos e ambientais obtidos ao longo do tempo tornam esses investimentos altamente vantajosos (KANOPCKA, 2024).

Além de promover maior segurança energética, as fontes renováveis estimulam inovação tecnológica, geração de

empregos e desenvolvimento sustentável. Por isso, o debate sobre energia limpa tornou-se fundamental no cenário mundial, sendo cada vez mais evidente que as fontes renováveis constituem alternativas eficientes para conciliar crescimento econômico e conservação do meio ambiente.

Embora o uso de energia limpa nem sempre esteja livre de impactos ambientais, o desenvolvimento de fontes alternativas renováveis com baixa emissão de gases de efeito estufa continua sendo uma das soluções mais relevantes e viáveis para promover a sustentabilidade ambiental (DUTRA; MARQUES, 2014).

Em síntese, o incentivo à implantação de fontes renováveis de energia ocorre principalmente em razão de sua capacidade de renovação natural, sendo consideradas praticamente inesgotáveis. Além disso, essas fontes contribuem para a redução dos impactos ambientais, pois apresentam características sustentáveis e baixos índices de emissão de gases poluentes quando comparadas aos combustíveis fósseis, colaborando para a preservação da composição atmosférica do planeta (SANTANA et al., 2020).

Outro aspecto relevante é a diminuição da dependência de matérias-primas não renováveis, favorecendo modelos energéticos mais sustentáveis. Soma-se a isso o fato de que o Brasil possui condições naturais bastante favoráveis para a produção e expansão desse tipo de energia, devido à abundância de recursos ambientais disponíveis em seu território (SANTANA et al., 2020).

Energias Limpas: Conceito, tipos e benefícios

As energias limpas, denominadas também de energias renováveis, correspondem ao aproveitamento direto ou indireto de recursos energéticos que, quando utilizados de forma adequada e planejada, provocam menores danos ao meio ambiente (DUTRA; MARQUES, 2014). De acordo com Kanopcka (2024, p. 9):

> Energia renovável refere-se a toda energia derivada de recursos naturais como sol, vento, chuva, marés e energia geotérmica, os quais são recursos renováveis no meio ambiente. Esse tipo de energia, que utiliza fontes renováveis, é considerado limpo devido à capacidade de minimizar impactos ambientais através de inovações tecnológicas e práticas de regeneração e reutilização de fontes ambientais.

A energia renovável possui grande importância no contexto atual, pois representa uma alternativa sustentável diante dos problemas ambientais causados pelo uso excessivo de combustíveis fósseis. Obtida a partir de recursos naturais que se renovam continuamente, como o sol, o vento, a água e o calor da Terra, essa forma de energia contribui para a redução da poluição e das emissões de gases de efeito estufa.

Além disso, o desenvolvimento de novas tecnologias tem possibilitado maior eficiência na geração e no aproveitamento dessas fontes, tornando-as cada vez mais acessíveis e viáveis economicamente. Por utilizar recursos

naturais renováveis e promover práticas de regeneração ambiental, a energia limpa desempenha papel fundamental na preservação do meio ambiente e na construção de um modelo de desenvolvimento mais sustentável.

Acrescenta Kanopcka (2024, p. 10) que:

> As fontes renováveis de energia são aquelas que utilizam recursos naturais capazes de regeneração, considerados praticamente inesgotáveis e de baixo impacto ambiental. Elas derivam de ciclos naturais de conversão da radiação solar, principal fonte de energia disponível na Terra, sendo praticamente inesgotáveis e exercendo um impacto mínimo no balanço térmico do planeta. Os benefícios são numerosos na geração de energia através de fontes renováveis, incluindo emissões reduzidas ou nulas de gases de efeito estufa.

A utilização de recursos energéticos sustentáveis representa uma importante alternativa para diminuir os danos causados ao meio ambiente e promover maior equilíbrio ecológico. Por dependerem de elementos naturais continuamente renovados, essas formas de produção energética contribuem para a redução da poluição atmosférica e ajudam no enfrentamento das alterações climáticas. Além disso, favorecem um modelo de desenvolvimento mais sustentável, conciliando crescimento econômico, preservação ambiental e melhor qualidade de vida para a sociedade.

O Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial na geração de energias limpas, apresentando níveis

reduzidos de emissão de gases poluentes. Esse modelo energético, de acordo com Kanopcka (2024), oferece inúmeras vantagens, entre elas:

i. Amplia as fontes de energia disponíveis,

ii. Conserva a biodiversidade,

iii. Cria empregos no setor energético,

iv. Diminui a poluição ambiental e as emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa,

v. Favorecer o desenvolvimento econômico sustentável,

vi. Fortalece as oportunidades no meio rural,

vii. Garante maior segurança no abastecimento energético;

viii. Reduz os riscos de crises de escassez de energia.

Na forma demonstrada, as energias limpas contribuem para a redução das emissões de gases poluentes e para a promoção do desenvolvimento sustentável, além de proporcionar diversos benefícios ambientais, econômicos e sociais, como a preservação da biodiversidade. Dessa forma, o investimento em fontes limpas representa uma estratégia fundamental para conciliar crescimento econômico, conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida da população (FREITAS; DATHEIN, 2013).

Informam Costa et al. (2025) que a classificação das principais fontes de energia renovável requer uma análise cuidadosa das características técnicas próprias de cada modalidade, uma vez que existem diferenças importantes entre a energia hidrelétrica, solar fotovoltaica, eólica, biomassa

e outras fontes provenientes de recursos limpos, sendo que cada uma apresenta vantagens, desafios e possibilidades específicas.

Dentre as diferentes fontes de energia limpa disponíveis, a energia fotovoltaica destaca-se como uma das alternativas mais promissoras, principalmente pelos reduzidos impactos ambientais que apresenta quando comparada às hidrelétricas, cuja implantação exige grandes intervenções no meio ambiente (BRITO et al., 2016).

Embora o investimento inicial para instalação de sistemas solares ainda seja relativamente elevado, a energia solar tem se mostrado economicamente viável, com prazo de retorno financeiro estimado entre três anos e meio e seis anos. Nesse processo, torna-se indispensável a elaboração de projetos específicos, ajustados às necessidades e ao nível de consumo de cada usuário. A energia produzida pelos painéis solares é direcionada para a rede da concessionária de energia, permitindo a geração de créditos energéticos que podem ser utilizados posteriormente quando o consumo for superior à produção (KANOPCKA, 2024).

O Brasil possui elevado potencial para a utilização da energia solar devido à grande incidência de radiação solar em seu território, fator que torna a geração de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos uma alternativa bastante favorável. Além de representar uma fonte renovável e sustentável, a energia solar apresenta-se como uma solução eficiente para consumidores que buscam produzir sua própria

eletricidade e reduzir despesas com o consumo energético (COSTA et al., 2025).

Atualmente, todos os estados brasileiros possuem capacidade para atender à demanda residencial por meio da geração fotovoltaica. Paralelamente, o avanço tecnológico e a crescente utilização de aparelhos eletrônicos têm provocado aumento significativo no consumo de energia elétrica, tornando indispensável analisar os impactos econômicos associados a essa elevação do gasto energético (KANOPCKA, 2024).

A energia eólica também se destaca como uma fonte limpa, renovável e de ampla disponibilidade, sendo obtida a partir da força dos ventos. Sua geração ocorre por meio de aerogeradores, nos quais o movimento das hélices, impulsionado pelo vento, aciona uma turbina conectada a um gerador elétrico. A quantidade de energia produzida depende de fatores como a velocidade dos ventos, o tamanho das hélices e a densidade do ar presente na região (FERREIRA JÚNIOR; RODRIGUES, 2015).

No entanto, a energia eólica - embora seja uma forma de energia limpa - enfrenta vários questionamentos ambientais, especialmente no que se refere aos impactos provocados sobre as comunidades e a fauna, o que tem estimulado a busca por alternativas capazes de reduzir ou eliminar os efeitos negativos associados às usinas eólicas. Apesar desses desafios, a energia eólica apresenta crescimento contínuo ao longo dos anos, consolidando-se

progressivamente como uma importante fonte de geração energética (SANTOS; ARAÚJO, 2023).

Além dessas modalidades de energias renováveis, destaca-se também a energia geotérmica, obtida a partir do calor existente no interior da Terra. Sua utilização pode ocorrer de diferentes maneiras, variando conforme diversos fatores, entre eles a temperatura das águas subterrâneas. O aproveitamento desse tipo de energia depende da presença de elementos específicos, como uma fonte de calor subterrânea - a exemplo de rochas aquecidas ou corpos magmáticos -, de fluidos capazes de transportar o calor, como a água, e ainda de formações rochosas adequadas para funcionarem como reservatórios geotérmicos (COSTA et al., 2025).

A energia geotérmica vem ampliando gradativamente sua utilização em diversos países, embora no Brasil seu desenvolvimento ainda seja limitado quando comparado a outras fontes renováveis já mais consolidadas. Sob o ponto de vista ambiental, destaca-se por ser uma alternativa limpa, pois apresenta baixa emissão de gases poluentes e não contribui significativamente para a liberação de substâncias tóxicas na atmosfera, como dióxido de carbono e dióxido de enxofre (SCHULTZ; DALLAVECHIA, 2022).

Apesar de alguns impactos secundários associados a determinados sistemas de aproveitamento, como alterações visuais na paisagem, ruídos e descarte de águas residuais, os benefícios ambientais e energéticos proporcionados por essa fonte tendem a superar suas limitações, reforçando seu

potencial como alternativa sustentável para diversificação da matriz energética (SCHULTZ; DALLAVECHIA, 2022).

O potencial energético da biomassa está diretamente relacionado à produção sucroalcooleira e ao aproveitamento dos resíduos gerados pelo processamento da cana-de-açúcar, especialmente o bagaço, cuja produção ocorre de forma mais intensa nas regiões Sul e Nordeste entre os meses de maio e novembro. Atualmente, a biomassa ocupa a terceira posição entre as principais fontes de geração de energia elétrica no país, ficando atrás apenas das hidrelétricas e das usinas térmicas movidas a gás natural. Esse crescimento está associado aos investimentos realizados pelas usinas de açúcar em sistemas de cogeração de energia, que utilizam resíduos da produção, como o bagaço da cana-de-açúcar, para a geração de eletricidade (KRELL; SOUZA, 2020).

No entanto, apesar da disponibilidade de diferentes fontes de energia renovável, os atuais modelos de produção e consumo energético ainda dependem majoritariamente de combustíveis fósseis, situação que contribui para a emissão de poluentes, o aumento dos gases de efeito estufa e o comprometimento da segurança energética em longo prazo no planeta (SCHULTZ; DALLAVECHIA, 2022)

A utilização das energias limpas nas organizações

As empresas vêm adotando ações e estratégias voltadas à redução dos impactos ambientais e ao aumento da rentabilidade por meio de uma gestão mais eficiente de seus

processos produtivos. Observa-se, nesse contexto, uma transformação significativa no ambiente corporativo, marcada pela incorporação de práticas e medidas sustentáveis. Essas iniciativas contribuem para o aprimoramento da eficiência produtiva, gerando benefícios econômicos e fortalecendo a competitividade das organizações diante das exigências do mercado (OLIVEIRA et al., 2015).

A utilização das energias limpas no contexto organizacional encontra-se ligada a dois aspectos bastante importantes. O primeiro diz respeito ao comportamento dos consumidores. Estes estão cada vez mais atentos à forma como as empresas se posicionam diante das questões ambientais, observando se adotam práticas sustentáveis, reformulam seus processos produtivos, reutilizam recursos e incentivam colaboradores e clientes a desenvolver atitudes mais conscientes em relação à preservação ambiental e ao consumo responsável (KANOPCKA, 2024).

Essa mudança de postura por parte das organizações tem gerado impactos positivos, levando muitas empresas a investir em projetos sustentáveis alinhados às suas estratégias e objetivos institucionais. Além disso, essas iniciativas buscam atender de maneira mais eficiente à crescente demanda provocada pelo aumento do consumo de produtos e serviços, conciliando desenvolvimento econômico e responsabilidade socioambiental (PHILIPPI JÚNIOR; REIS (2016).

O segundo aspecto importante que tem levado à utilização das energias limpas no contexto organizacional encontra-se relacionado ao avanço das metas sustentáveis

adotadas por grandes empresas. Isto porque a transição para fontes renováveis deixou de ser apenas uma preocupação ambiental e passou a integrar as estratégias econômicas e institucionais das organizações. A busca por energia limpa para suprir integralmente o consumo energético reflete o compromisso com a redução das emissões de carbono, além de fortalecer a imagem corporativa diante da sociedade e do mercado (MARTINS; MILGROM, 2021).

No Brasil, esse movimento contribui para a expansão e diversificação do setor energético, especialmente da energia eólica, que vem ganhando espaço na matriz nacional devido ao grande potencial natural do país. Nesse processo, a atuação dos stakeholders, as políticas públicas de incentivo e os investimentos em inovação tecnológica tornam-se fundamentais para impulsionar o crescimento do setor, garantindo maior competitividade, sustentabilidade e segurança energética para o desenvolvimento econômico nacional (KANOPCKA, 2024).

Atualmente, cada vez mais, as ações empresariais voltadas ao ambientalismo estão sendo promovidas, proporcionando que os ecossistemas sejam preservados e, ao mesmo tempo, restaurados. A adoção dessas práticas de gestão ambiental coloca as empresas em um novo contexto, introduzindo uma variável competitiva ambiental no planejamento estratégico das organizações. E, dentre os pontos positivos provenientes de tais ações, segundo Campos (2025), pode-se destacar os seguintes:

i. A redução de custos diretos de produção;

ii. O alinhamento da correta utilização dos recursos com a diminuição do desperdício de matérias-primas;

iii. A substituição do uso de combustíveis e fontes de energia caras por soluções renováveis;

iv. A redução de custos indiretos, relacionados às atividades que a empresa executa e às consequências destas.

As práticas empresariais voltadas ao ambientalismo, promovem visivelmente o fortalecimento da competitividade das organizações. Ao incorporarem a variável ambiental ao planejamento estratégico, buscando maior eficiência no uso dos recursos naturais e redução dos impactos causados por suas atividades, as organizações empresariais conseguem diminuir os custos de produção, reduzir o desperdício de matérias-primas, substituir fontes energéticas mais caras por alternativas renováveis, ganhando em eficiência.

Um estudo realizado por Kanopcka (2024) mostra que, no contexto organizacional, o tipo de energia limpa mais utilizado é a energia solar. Por ser versátil, a energia solar "pode ser empregada em sistemas descentralizados de geração e apresenta custos de implantação cada vez menores" (COSTA et al., 2025, p. 6).

Dissertando sobre a utilização das energias limpas no contexto organizacional, Oliveira; Vilarinho e Marques (2023) ressaltam que, antes de optar pela utilização da energia solar, é fundamental analisar os custos envolvidos nesse tipo de investimento. A aplicação de sistemas fotovoltaicos, responsáveis pela captação da luz solar por meio de painéis instalados em telhados, proporciona benefícios para

propriedades comerciais, industriais e rurais, contribuindo para o aumento da competitividade e da eficiência energética nos ambientes em que estão inseridas.

O estudo desenvolvido por Kanopcka (2024) também revelou que todos os gestores das empresas pesquisadas demonstraram compreender o significado de energia limpa. E mais, que eles identificam a energia solar como uma forma de energia limpa e que estão inclinados a investir em sistemas de energia solar, visando benefícios significativos no longo prazo para suas organizações.

Desta forma, constata-se que já existe entre grande parte do empresariado brasileiro o entendimento da importância da utilização das energias limpas no contexto organizacional, reduzindo custo de produção e contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Considerações Finais

Quando se promove uma análise histórica sobre as energias renováveis, constata-se que o desenvolvimento do setor energético esteve profundamente ligado a fatores políticos, econômicos e geopolíticos ao longo do século XX. Durante muitos anos, a ampla disponibilidade de combustíveis fósseis e os baixos custos de exploração fizeram com que essas fontes fossem priorizadas em detrimento das energias limpas, que permaneceram em posição secundária nas políticas energéticas mundiais.

Entretanto, as crises energéticas e as instabilidades econômicas ocorridas em diferentes períodos evidenciaram a vulnerabilidade da dependência externa de petróleo e gás, estimulando diversos países a buscarem alternativas renováveis como forma de garantirem maior segurança energética.

Esse processo revela que a transição energética ocorre de maneira gradual e é complexa, sendo influenciada pelas transformações tecnológicas, pelos interesses econômicos e pelas mudanças no cenário internacional. Assim, a expansão das energias renováveis resulta não apenas de preocupações ambientais, mas também da necessidade estratégica de construir sistemas energéticos mais seguros, diversificados e sustentáveis.

A utilização de energias renováveis constitui uma importante estratégia para reduzir a emissão de gases poluentes e minimizar os impactos das mudanças climáticas, contribuindo diretamente para a preservação ambiental e para a promoção da sustentabilidade socioambiental. Fontes limpas de energia, além de apresentarem menor impacto ao meio ambiente, oferecem alternativas economicamente viáveis para atender à crescente demanda energética da sociedade.

Nesse contexto, o Brasil possui posição privilegiada devido à grande disponibilidade de recursos naturais, como sol, vento, água e biomassa, que favorecem a expansão da geração de energia renovável. Esse potencial energético permite ao país avançar na construção de uma matriz mais sustentável, capaz de conciliar desenvolvimento econômico,

conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida da população.

Apesar dos benefícios já conhecidos proporcionados pela utilização das energias limpas no contexto organizacional, percebe-se que essa utilização ainda é pequena quando comparada à dimensão apresentada pelo setor empresarial. Contudo, no caso específico do Brasil, essa utilização vem se ampliando gradativamente ao longo dos últimos anos, contribuindo, de forma significativa, para tornar a matriz energética brasileira mais sustentável.

Referências

ARBOIT, Nathana Karina Swarowski; DECEZARO, Samara Terezinha; AMARAL, Gilneia Mello do; LIBERALESSO, Tiago; MAYER, Vinicio Michael; KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha. Potencialidade de utilização da energia geotérmica no Brasil - uma revisão de literatura. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, v. 6, p. 155-168, 2013.

BRITO, Milton Francisco de; SILVA, Rafael Oliveira; OLIVEIRA, Marcos Antonio Maia de; ESTENDER, Antônio Carlos; FORMIGONI, Alexandre. Transição do sistema elétrico tradicional para a implantação do sistema fotovoltaico: percepção de funcionários. **Revista Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia**, v. 1, n. 2, 2015.

COSTA, Gilberto Modesto da; PESSOA, Ailton Caetano Nascimento; TRINDADE, Denis Frank Albuquerque; CANUTO, Pedro Victor Chaves; LEÃO, José Augusto Martins; NOGUEIRA NETO, José Bento; BATISTA, Alef Melo; OLIVEIRA, Elias da Silva. Energia renovável e

sustentabilidade: estratégias e soluções. **Cadernos Cajuína - Revista Interdisciplinar**, v. 10, n. 1, p. 1-20, 2025.

DUTRA, Alexandra da Silva; MARQUES, Fabiana Vidal Monteiro da Silva. O uso de energias renováveis como mecanismo de sustentabilidade. X Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, 8 e 9 de agosto de 2014. **Anais**...

FERREIRA JÚNIOR, Júlio César Gomes; RODRIGUES, Manoel Gonçalves. Um estudo sobre a energia eólica no Brasil. **Revista Ciência Atual**, v. 5, n 1, p. 2-13, 2015.

FRANCO, Fernanda C. de Oliveira. Energia, desenvolvimento e recursos naturais: considerações sobre a (in) sustentabilidade do modelo hidrelétrico no Brasil. In: CUNHA, Belinda Pereira da; AUGUSTIN, Sérgio. (Orgs.). **Sustentabilidade ambiental**: estudos jurídicos e sociais. Caxias do Sul: EDUCS, 2014, p. 187-197.

FREITAS, Giovana Souza; DATHEIN, Ricardo. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. **Revista Nexos Econômicos,** v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.

KANOPCKA, Milena Moreira. Utilização de fontes de energia limpa e renovável como vantagem competitiva no gerenciamento organizacional. In: CAMPOS, Renata; SCHUCK, Aline; BENDLIN, Luciano, SANTOS, Renato da Costa dos. **Gestão empresarial, sustentabilidade e inovação tecnológica**. Mafra-SC: UNC, 2024.

KRELL, Andreas Joachim; SOUZA, Carolina Barros de Castro e. A sustentabilidade da matriz energética brasileira: o marco

regulatório das energias renováveis e o princípio do desenvolvimento sustentável. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 11, n. 2, p. 157-188, 2020.

OLIVEIRA, Gabrielle Rosa de; VILARINHO, Maria Eduarda Alves; MARQUES, Eduardo Moreira. Energias limpas e renováveis como vantagem competitiva na gestão das organizações, **Revista Científica Mais Pontal**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2023.

OLIVEIRA, José Augusto de; GUARDIA, Mariana; QUEIROZ, Geandra Alves; COBRA, Raphael Laraia Rocha de Barros; OMETTO, Aldo Roberto; OLIVEIRA, Otávio José de. Identificação dos benefícios e dificuldades da produção mais limpa em empresas industriais do estado de São Paulo. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 2, p. 458-481, abr.-jun., 2015.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; REIS, Lineu Belico dos. **Energia e sustentabilidade**. Barueri-SP: Manole, 2016.

SANTANA, Julie Catherine Siqueira; RIBEIRO, Maria Eduarda de Oliveira; SOUZA, Paulo Roberto de Azevedo; SOUZA, João Paulo Silva de; PERES, Silane Mattos. O uso e produção da energia limpa como método de preservação ambiental sustentável. **Revista Portos: Por Um Mundo Mais Sustentável,** v. 1, n. 12, p. 99-111. 2020.

SANTOS, Diego Resende; VIEIRA, Eric Caetano Maurício; ROCHA, Jéssica Taveira da; EUGÊNIO, Querem Hapuque de Souza; CAMPOS, Carlos da Mata. Desafios e soluções para o armazenamento de energia renovável. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 9, n. 4, p. 76-88, 2023.

SANTOS, Priscila Emanuelle de Lucena; ARAÚJO, Francisco José Costa. O desenvolvimento da energia eólica no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6. p. 2978-2998, jun., 2023.

SCHULTZ, Adriane Marisa Burchardt, DALLAVECHIA, Gabriela Schmorantz de Oliveira. Energias renováveis e sustentabilidade: uma revisão. São do Conhecimento Unijui. Santa Rosa-RS, 24 a 28 de outubro de 2022. Anais...

GEASE